

eISSN: 1989-3612
DOI: <https://doi.org/10.14201/art2024.31271>

DEL TIMING A LA PLANIFICACIÓN: CONTROL TEMPORAL DE LA CONDUCTA EN ANIMALES NO-HUMANOS

From Timing to Planning: Temporal Control of Behavior in Non-Human Animals

Mauro ZAPATA 

*Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Facultad de Filosofía y Humanidades
Secretaría de Ciencias y Tecnologías (SeCyT-UNC), Argentina
mzapata@uc.cl*

Recibido: 31/03/2023 Revisado: 15/08/2023 Aceptado: 08/11/2023

RESUMEN: La cognición orientada a futuro, el conjunto de procesos cognitivos que incorporan implícita o explícitamente consideraciones de estados futuros, es un tópico que ha adquirido creciente interés en los estudios de cognición animal. Mediante el análisis de literatura sobre aprendizaje asociativo y estudios en etología, justificaremos la atribución de cognición prospectiva a distintas especies, distinguiendo dos formas no excluyentes de cognición orientada a futuro, por una parte, la planificación, y por otra el timing: la capacidad cognitiva de adaptar el comportamiento frente a las regularidades temporales del entorno. Aplicaremos esta distinción al trabajo llevado a cabo por Frans de Waal en chimpancés.

Palabras clave: cognición orientada a futuro, cognición animal, condicionamiento, demora, uso de herramienta.

ABSTRACT: Future oriented cognition, the group of cognitive processes that incorporate explicit or implicit considerations of future states, is a topic that has received growing interest within animal cognition studies. Through the analysis of associative learning literature and ethological studies, we will justify the attribution of prospective cognition to different species, by way of distinguishing two non-exclusive forms of future oriented cognition: on the one hand planning, on the other hand timing: the cognitive capacity to adjust behavior to temporal regularities in the environment. We will apply this distinction to the work of Frans de Waal on chimpanzees.

Keywords: future-oriented cognition, animal cognition, conditioning, delay, tool use.

1. INTRODUCCIÓN

En formas diversas, unas más sofisticadas que otras, animales humanos y no-humanos cotidianamente desarrollan actividades para su supervivencia. Seleccionar alimentos para el consumo (Phillips y Lancelotti, 2014), integrarse a grupos de pares (McClung *et al.*, 2020) y usar y construir herramientas (C. M. Sanz *et al.*, 2013) son solo algunas actividades complejas que compartimos con nuestros parientes evolutivos cercanos. Todas formas de interactuar con el entorno que requieren algún grado de coordinación temporal o anticipación.

Ante una acción o conducta desplegada por un animal, el componente temporal del entorno en que se desenvuelve juega un rol específico en el desempeño exitoso de la tarea. Así, se volverá fundamental para su supervivencia la capacidad para adaptar el comportamiento frente a las regularidades temporales del entorno. Dicha capacidad es conocida como *timing* en la literatura asociada (Vasconcelos *et al.*, 2017), especialmente si se trata de intervalos arbitrarios o artificiales generados en contextos de laboratorio¹.

Los ajustes que un organismo realiza a partir de ciertas regularidades pueden variar en una escala microbiológica y de corta duración, por ejemplo, en la detección de los ciclos de noche y día (Panda *et al.*, 2002), hasta comportamiento observable a gran escala y de larga duración, cuando se trata de ajuste a los cambios en las estaciones del año (Gwinner, 1986). Se puede sostener la importancia de contar con un mecanismo sensible

1. En estos contextos, la voz "*timing*" se utiliza de forma específica como abreviatura de la etiqueta "*interval timing*".

a las regularidades temporales a partir de la presión selectiva que ejercen los ciclos naturales sobre las criaturas que los sufren.

En el presente ensayo buscaremos justificar la atribución de distintas formas de cognición orientada al futuro a animales, entendida como el conjunto de ciertos procesos cognitivos que incorporan implícita o explícitamente consideraciones de estados futuros (Bubić y Abraham, 2014). Evaluaremos evidencia empírica de *timing* en animales en entornos controlados de laboratorio, distinguiéndolos de conductas más sofisticadas que evidencian planificación reportadas en medio libre. Por último, analizaremos a partir de la distinción propuesta entre *timing* y planificación, la evidencia aportada por el primatólogo Frans de Waal al estudiar una colonia de chimpancés en el zoológico de Arnhem. Así, podremos apreciar cómo la anticipación de un estado futuro opera en cada uno de estos casos, habilitando la atribución de cognición orientada a futuro.

2. **TIMING, INHIBICIÓN DE LA DEMORA E INTERVALOS FIJOS**

Aunque altamente controvertido (Allen-Hermanson, 2005; Starzak, 2017), el llamado Canon de Morgan sigue siendo una regla metodológica ampliamente adoptada a la hora de investigar, en etología y psicología comparada, capacidades de las cuales se sospecha que puedan ser cognitivas. Así, el Canon (Morgan, 1894) que llama a no interpretar en términos de habilidades psicológicas superiores comportamientos que pueden ser explicados a partir de habilidades inferiores (en términos evolutivos o de desarrollo), invita a abstenernos de postular representaciones temporales, de momento, para partir *desde abajo* y escalar hacia una explicación cognitiva.

Como advirtió en su momento Allen (Allen, 2018), los excesos cometidos en el análisis o tratamiento anecdótico del comportamiento animal, atribuidos famosamente a Romanes (Romanes, 1888) llevaron a preferir las explicaciones por aprendizaje (asociativo)² como la alternativa deflacionada a las explicaciones cognitivistas, respetando así el Canon.

Pero será justamente en el aprendizaje asociativo que encontraremos rasgos iniciales de procesos anticipatorios: lo que llamamos *timing* en un sentido técnico, esto es, un ajuste en la respuesta del animal a partir de la

2. Aquí aprendizaje es simplemente definido como la modificación del comportamiento como función de la experiencia.

consideración de las propiedades o relaciones temporales de los eventos ocurridos durante el condicionamiento. Podremos encontrar estos elementos tanto en el condicionamiento clásico como operante.

Recordemos que en el *condicionamiento clásico* (Pavlov, 1927), tratamos con un programa que intenta obtener una respuesta conductual a partir de un estímulo inicialmente neutro. En el ejemplo tradicional se busca obtener la respuesta de salivación de un animal (respuesta incondicionada, en adelante RI) que normalmente ocurre en presencia de comida (estímulo incondicionado, EI), pero esta vez a partir de un estímulo distinto, neutro, como puede ser una campana, otro sonido específico o una luz (estímulo condicionado, EC). La salivación resultante en presencia del EC recibe el nombre de respuesta condicionada (RC), y fue utilizada como medidor de que el vínculo por asociación entre ambos estímulos (EI y EC) dio resultado.

Dentro de este paradigma, resulta de especial interés un subtipo de condicionamiento, el *condicionamiento demorado*. En este tipo de condicionamiento, el EC es presentado antes que el EI y el término del EC coincide con la ocurrencia del EI o se da en el transcurso de éste (Froufe Torres, 2011). Esta configuración permitió inicialmente detectar un fenómeno al realizar ciertos ajustes en la duración del intervalo entre la presentación del EC y la del EI. Al aumentar la duración del tiempo en que está presente el EC sin que se haga presente aún el EI, se produce el siguiente resultado: al inicio del entrenamiento la latencia se acorta (i.e. el tiempo que transcurre entre el inicio del EC y la exhibición de la RC), pero a medida que continúa el entrenamiento, esta se alarga hasta el momento en que ocurre el EI.

Este hallazgo fue denominado en la literatura como *inhibición de la demora* (Pavlov, 1927), y el término ha sido utilizado para describir escenarios de condicionamiento demorado en los que hay una presencia mínima o nula de RC al inicio del período largo de un EC, como también para situaciones en las que la RC presente al inicio de un período largo de EC disminuye en la medida que el entrenamiento avanza. Esto último, a su vez, ha sido interpretado como sugiriendo que el tramo inicial del EC adquiere un control conductual que decrece en la medida que avanza el aprendizaje de la relación temporal entre ambos estímulos (EC y EI) (Escobar *et al.*, 2015).

Así, la literatura asociada ha entendido que podemos evaluar si nos encontramos frente a un caso de inhibición de la demora atendiendo a las siguientes características (Rescorla, 1967):

- a. Una disminución (con el condicionamiento) en la respuesta evocada por el inicio del EC.
- b. Confinamiento de la RC hacia la parte final del EC.
- c. Supresión de la tasa de respuesta en la parte inicial del EC.

Dicho de otro modo, en la inhibición de la demora el animal aprende que el EI no ocurrirá sino hasta que un buen tiempo haya transcurrido desde que inició el EC y en consecuencia inhibe la RC en el tramo inicial (Froufe Torres, 2011), guardándola para el tiempo en que debiera presentarse el EI según se mostró en intentos anteriores.

Habría entonces una explicación de la inhibición de la demora en la que no solo se establece un vínculo asociativo entre estímulos (EC y EI) y estímulos con respuestas (EC y RC), sino que nos encontramos en un escenario en el que el animal almacena la duración de los intervalos entre un evento y otro y recupera esta información para el proceso de toma de decisión que determina la inhibición (o no) de la conducta observable (RC). El animal aprende, entre otros, las relaciones temporales entre los eventos que ocurren dentro del entrenamiento por asociación (*intervalos temporales*), aprendiendo a la vez su propiedad recíproca, esto es, información acerca de la *tasa de ocurrencia de un evento*, siendo el aprendizaje de ambas señalado como el proceso central en los casos de condicionamiento clásico e instrumental (Gallistel y Gibbon, 2000).

Si bien la inhibición de la demora aparece como un ejemplo relevante de *timing*, los desarrollos experimentales siguieron más bien el paradigma experimental del condicionamiento operante diseñado por Skinner (Skinner, 1938). En este paradigma, la noción clave será la de respuesta operante.

El interés de Skinner era medir en contextos controlados de laboratorio conductas que fueran representativas del comportamiento natural de las criaturas en medio libre. A este efecto, Skinner diseña un dispositivo, un espacio cerrado y reducido en el que el animal puede circular libremente dentro de sus límites, debiendo activar un dispositivo (normalmente una palanca en el caso de las ratas) para obtener una recompensa, normalmente alimento (refuerzo), no estando limitado a un número de veces determinado (tasa de respuesta) como tampoco a momentos específicos en que la conducta debe ser llevada a cabo. La respuesta operante entonces es la conducta útil en el contexto del experimento (en el caso de la rata presionar la palanca), respuesta definida en términos del efecto que el comportamiento tiene en el ambiente.

La manipulación de la palanca (en el caso de la rata) recibe el nombre de respuesta operante, aunque no sea inicialmente una respuesta a ningún estímulo (al menos en el mismo sentido en que la RC si es una respuesta al EC para el condicionamiento clásico). Así, en el paradigma Skinneriano “*respuesta*” se vuelve sinónimo de “unidad medible de comportamiento” (Wearden, 2016).

Guiado en su diseño por la ley del efecto (Thorndike, 1905), la medida del condicionamiento operante es la tasa de respuesta³ y el patrón de respuesta⁴. Estos elementos son analizados en el contexto de la duración completa del proceso de entrenamiento bajo el diseño de la llamada *agenda de refuerzo*, i.e. la relación entre el tiempo transcurrido, la conducta desplegada por el animal y la frecuencia en la entrega del refuerzo o recompensa.

Nos centraremos en una clase especial de agenda de refuerzo conocida como agenda de *intervalo fijo* (IF). En este diseño, solo la primera respuesta es reforzada y esto da inicio a un reloj que cuenta por t segundos. Al finalizar el tiempo, la próxima respuesta es reforzada y el reloj se reinicia. Luego de un tiempo de entrenamiento se logra apreciar que los animales exhiben control temporal de sus respuestas, siendo esta una función del tiempo transcurrido (intervalo) (Whitaker *et al.*, 2003).

Lo anterior se evidencia por medio del patrón de respuesta, y es aquí donde encontramos particularidades. La entrega de un refuerzo provoca una pausa-post-refuerzo (PPR) (Lowe *et al.*, 1979). Una vez concluida la PPR, el animal exhibe nuevas respuestas. Ahora bien, estas respuestas luego de la PPR instancian uno de dos patrones.

En primer lugar, pueden exhibir un patrón en el que se retoma la respuesta de manera paulatina, acelerando gradualmente, llegando a su máximo justo antes del siguiente refuerzo. A este patrón se lo denomina “*escalopado*” (Dews, 1978).

El segundo patrón de respuestas que puede ocurrir luego de la PPR es el llamado “*patrón de dos estados*”. En este patrón distinguimos un primer estado en que la tasa de respuesta es baja y constante luego del refuerzo, de un segundo estado que ocurre en un punto variable luego del refuerzo. En este punto hay un paso abrupto a una tasa alta constante. El punto de transición ocurre alrededor de dos-tercios del camino

3. Número de respuestas por unidad de medida.

4. La distribución específica que tienen las respuestas en el intervalo de tiempo medido.

del intervalo (que va de refuerzo a refuerzo) y en términos técnicos se puede señalar que la tasa de respuesta en el segundo estado es una función creciente y negativamente acelerada respecto de la tasa de refuerzo en el segundo estado (Schneider, 1969). Los dos estados son entendidos como estados discretos, en que el primero presenta nula o casi nula respuesta, mientras que en el segundo consta el aumento abrupto a una tasa alta y constante.

Si consideramos ambos casos, las similitudes en las propiedades de los patrones de las agendas de intervalo fijo y la inhibición de la demora son patentes. Si recordamos las exigencias con que Rescorla caracterizó la inhibición de la demora, tenemos que los puntos (b) y (c) se mantienen para uno y otro caso haciendo los ajustes correspondientes. Reformulando estas exigencias para el caso de FI tenemos las siguientes proposiciones:

(b!) Confinamiento de la respuesta hacia la parte final del intervalo (o el segundo estado en el patrón de dos estados).

(c!) Supresión de la tasa de respuesta en la parte inicial del intervalo (o en el primer estado en el patrón de dos estados).

Estimamos que esta equivalencia en las propiedades temporales de los patrones de respuesta en ambos casos habilita la atribución de timing o control temporal de las respuestas a los sujetos en cuestión en cada uno de los estudios.

Sobre este punto cabe hacer presente que los estudios que dieron cuenta del patrón de dos estados en IF fueron realizados con palomas blancas Carneau (Schneider, 1969), pero Sherman obtuvo resultados similares en ratas (Sherman, 1959). Por su parte, los experimentos que reivindicaban el patrón escalopado como una ocurrencia usual en experimentos de IF fueron realizados con macacos Rhesus (Dews, 1978), pero evidencia posterior arrojó resultados similares en diversas especies, incluidas gatos, ratas, palomas, tórtolas y tortugas marinas (Lejeune y Wearden, 1991). Por último, los experimentos de inhibición de la demora suelen llevarse a cabo sobre perros (Rescorla, 1967) y ratas (Zieliński *et al.*, 1995) principalmente.

Hasta aquí hemos mostrado cómo los casos de *timing* mediante los fenómenos de inhibición de la demora y la agenda de intervalo fijo reflejan una capacidad para anticipar el momento de entrega del refuerzo y ajustar su conducta.

3. PLANIFICACIÓN

Para comprender el lugar que ocupa la planificación dentro de la vida mental de chimpancés y otras especies, convendrá tener presente que recientemente ha sido propuesta la tesis del cerebro o mente como una máquina de hacer predicciones (Bubic *et al.*, 2010; Dennett, 1992; Gärdenfors, 1995). En un sentido amplio, en el procesamiento predictivo que realiza el cerebro se utiliza y genera información no solo del pasado y presente, sino de estados futuros, tanto del cuerpo como del entorno (Bubic *et al.*, 2010). Esta idea se encuentra a la base de lo que hemos denominado aquí cognición orientada a futuro.

Distinguiremos esta caracterización general del procesamiento predictivo en sentido amplio, de la hipótesis específica del procesamiento predictivo (o *predictive coding*) según la cual distintas áreas del neocórtex implementan un modelo generativo del mundo que es aprendido desde los inputs sensoriales. Luego las conexiones de *feedback* con dirección *top-down* transmiten predicciones de actividad de nivel bajo, mientras que las conexiones con dirección *bottom-up* transmiten los errores entre las predicciones *top-down* y la actividad que efectivamente tuvo lugar (Rao y Jiang, 2022).

Una idea similar al procesamiento predictivo es expresada en la llamada "hipótesis de la simulación". Según esta concepción, el pensamiento consiste en una serie de interacciones simuladas con el entorno (Hesslow, 2002). La idea en juego es que al menos algunas formas importantes de pensamiento involucran los mismos procesos que el interactuar con el entorno exterior, con la gran diferencia de que las acciones se encuentran encubiertas (no se externalizan). Estos procesos generarían los mismos inputs sensoriales que aquellos que desencadenan acciones posteriores. Adicionalmente, dichos inputs serían generados mediante mecanismos asociativos (Hesslow, 2012).

La teoría distingue de esta manera tres clases de simulación (Hesslow, 2002, 2012):

1. Simulación del comportamiento, en la que las áreas pre-motoras en el lóbulo frontal son activadas de manera similar a como se activan normalmente para el movimiento, pero la actividad neuronal es interrumpida antes de que tenga ocasión el comportamiento externo.
2. Simulación de la percepción, en la que la corteza sensorial presenta actividad que es provocada por otras áreas, actividad similar a la que tiene lugar cuando hay percepción de estímulos externos.

3. Anticipación, operando mediante mecanismos asociativos, se habilita que actividad perceptual y conductual produzca actividad en las áreas sensoriales del cerebro. Así, una acción simulada puede generar actividad perceptual similar a la que habría ocurrido si la acción hubiese tenido lugar. A su vez, una percepción simulada hace las veces de estímulo para una nueva acción encubierta.

Hesslow es enfático a la hora de señalar que su teoría se encuentra basada únicamente en mecanismos asociativos, por lo que en su estructura no encontraremos símbolos, representaciones o modelos internos (como sí encontramos en la teoría del procesamiento predictivo). Esto, sin embargo, no vuelve a la teoría inconsistente con una que incluya representaciones o modelos, pues estos últimos pueden tener lugar a partir de los vínculos asociativos según se defina “representación” y “modelo” respectivamente⁵.

A pesar de su inspiración asociacionista, la teoría de la simulación nos entrega una imagen clara de cómo podría el cerebro impulsar una cadena de procesos cognitivos que involucren estímulos y acciones que, en la práctica, no están teniendo lugar, pero que podrían llegar a tenerlo (i.e. estados futuros).

Volvamos ahora sobre la cognición orientada a futuro en animales no-humanos. Esta, no solo tiene lugar en contextos de laboratorio como aquellos que corresponden a los condicionamientos clásico y operante. También puede ser observada en contextos ecológicos en los que preocupaciones acerca de la interferencia que pudiera ocasionar el entrenamiento en la modificación de la conducta pueden ser aliviadas. En el medio libre, encontraremos ejemplos de conductas que son explicadas desde la cognición orientada al futuro mediante procesos cognitivos tales como:

1. simulación, tradicionalmente entendida como la construcción de una representación mental de eventos futuros hipotéticos.
2. predicción, esto es, la estimación de la probabilidad de ocurrencia de un evento futuro.
3. intención, el acto mental de establecer una meta u objetivo, y
4. planificación: identificación y organización de pasos para arribar a un estado, evento o resultado futuro (Szpunar *et al.*, 2014).

5. Para una noción relevante de “modelo” ver Holland y Goodman (2003).

Nos centraremos en este apartado en los procesos de planificación, por ser una clase de procesos compleja, que en ocasiones presupone que los demás procesos (simulación, predicción e intención) tengan lugar, pero, adicionalmente, por encontrarse importantemente documentado en primates (C. M. Sanz y Morgan, 2009) y aves (Kabadayi y Osvath, 2017).

En cuanto a las conductas en medio libre que puedan evidenciar planificación, se ha postulado que la búsqueda y recolección de alimento actuó como presión de selección para el desarrollo de habilidades cognitivas entre las que se encuentran habilidades de engaño, uso de herramientas y aprendizaje observacional (McLean, 2001). Es en el despliegue de estas habilidades que encontraremos indicios de planificación.

Para el caso del uso de herramientas, diversos estudios han reportado la conducta de elaboración y transporte de herramientas en chimpancés (Boesch y Boesch, 1984; Goodall, 1964). En el trabajo llevado a cabo por Boesch y Boesch, se estudió el comportamiento de chimpancés del Parque Nacional Tai (Costa de Marfil). La conducta en cuestión fue la elaboración y transporte de martillos y piedras para lograr romper nueces que se encontraban en diversos sitios. La selección de la herramienta ocurría en ausencia del alimento y esta era transportada hasta el sitio de uso, donde sólo fue transportado aquel martillo lo suficientemente fuerte como para romper el tipo de nuez en cuestión (de entre dos tipos, uno blando y uno más resistente). Encontramos planificación no solo en la selección de la herramienta, sino en la elección del sitio de recuperación, tanto de la herramienta como del alimento, tendientes a maximizar la eficiencia de los esfuerzos, no cargando por tramos largos las herramientas más pesadas.

En un segundo caso, los chimpancés del bosque ubicado en el Triángulo Goulougo, en el Congo, discriminaban y planificaban el traslado de dos tipos de herramientas distintas. Unas con punta para poder perforar nidos de termitas sobre la superficie, y otro con forma de caña de pescar para recuperar alimento de sitios poco accesibles. En todos los casos (45 intentos registrados), los sujetos trasladaron únicamente el tipo adecuado de herramienta para la clase de nido que buscaban explotar (C. Sanz *et al.*, 2004). Esto puede ser interpretado como indicio de que los chimpancés están, en términos del proceso cognitivo subyacente, simulando mentalmente una acción futura, en concreto, la de obtener o rescatar el alimento en un lugar distinto a aquel en que se encuentra el sujeto al momento de la simulación. Por otra parte, la representación de los pasos para seleccionar, recuperar y trasladar las herramientas al sitio de uso, constituirían un caso de planificación como definido anteriormente.

Ahora bien, estar frente a un caso de planificación no implica estar frente a un caso de control temporal. Para que la planificación pueda considerarse análoga a los casos de timing estudiados en la sección anterior, se requerirá no solo la evidente orientación a futuro de la conducta, sino también que la modificación o despliegue de la conducta (en este caso de parte del chimpancé) sea sensible a los factores temporales de la tarea en cuestión. Hasta aquí, los factores que especulativamente pueden establecerse como determinantes de la conducta de los sujetos, son consideraciones sobre la función que puede desempeñar una u otra herramienta, la clase del alimento y distancia entre los sitios. Se requerirá información adicional rescatada de manera sistemática acerca de, por ejemplo, la disponibilidad de alimento en determinadas épocas del año, para poder sostener que hay elementos temporales en la configuración de la tarea que están influyendo en la planificación, tornándola así en un caso de control temporal.

Esto ocurre en el caso de un estudio llevado a cabo por Janmaat et al. (2014), quienes parten de la intuición capturada por la llamada hipótesis de la inteligencia ecológica (Milton, 1981), según la cual la diversidad en los alimentos disponibles para una especie y su distribución espacial y temporal constituyeron fuerzas selectivas relevantes para el desarrollo de la complejidad cerebral. Partiendo de la base de que la distribución del alimento puede decir algo acerca de las capacidades cognitivas de quienes los consumen, procedieron a realizar un estudio durante 275 días en una selva del oeste africano. El registro consistió en tomar nota de dónde y cuándo los chimpancés en estudio pasaban la noche y en que lugar luego obtenían comida al día siguiente. La hipótesis para constatar era que, existiendo una diferencia en el tipo de alimento disponible en los diversos sitios, debiera haber una diferencia en el comportamiento de los chimpancés para los sitios donde el alimento parece más rápido y, por tanto, son considerados como sitios más codiciados. Esto, en contraste con los sitios en que abunda alimento que no parece fácilmente. Así mismo, cobró relevancia la distancia a la que se encontraba el sitio de alimento respecto del sitio para pernoctar. Los resultados arrojaron que los chimpancés usualmente partían más temprano (muchas veces antes del amanecer) cuando desayunaban en sitios con comida efímera, sobre todo si se encontraban más lejos. A través de los diversos controles establecidos en el estudio, pudieron concluir que los chimpancés planificaban de forma flexible el horario, tipo y ubicación de sus desayunos en función del declive en la disponibilidad del alimento por temporada.

A diferencia de los estudios sobre traslado y uso de herramientas, vemos que son justamente factores temporales como el tiempo en el que perece un alimento, las horas del día y los tiempos de traslado, los que explican la modificación del comportamiento de estos chimpancés a la hora de despertar y dirigirse al sitio de desayuno. Podemos entonces sugerir que para este caso estamos en presencia de control temporal, evidenciado en la sensibilidad a factores temporales en la planificación del desayuno.

4. EL CASO INTERMEDIO

Hasta aquí hemos revisado conductas relativas al control temporal en entornos de laboratorio como también de planificación en medio libre. Dicho esto, uno de los casos mejor documentados de conductas sofisticadas en homínidos ocupa una posición intermedia. Hablamos del estudio que llevó a cabo Frans de Waal entre los años 1975 y 1981 sobre la colonia de chimpancés del zoológico de Burgers en Arnhem (Países Bajos) (de Waal, 2022). Denominamos este un caso intermedio por las características particulares del espacio en que se encuentra la colonia al interior del zoo. A pesar de ser un zoológico, el espacio en que conviven unos con otros dista mucho de ser un lugar de encierro y exhibición de animales al público. Es un espacio al aire libre, de alrededor de dos acres de extensión, con árboles vivos y troncos secos para trepar, todo rodeado por una fosa con agua. Durante los años reportados por de Waal la colonia albergó un grupo de hasta veinte individuos. Los humanos visitantes quedan apostados a veinte metros del lugar donde se encuentra la colonia, lo que evita conductas disruptivas como alimentar o confrontar a los animales. Esta configuración permite respetar las dinámicas de la colonia como si ocurrieran en medio libre, obteniendo una observación fidedigna de sus interacciones a pesar de encontrarse de cierto modo reclusos. Adicionalmente, permite realizar intervenciones por parte de los cuidadores humanos para resguardar la integridad de los miembros de la colonia por medio de la separación de individuos especialmente violentos a raíz de episodios específicos.

El estudio sobre la colonia de Arnhem fue realizado por un grupo de investigadores que registraron en la segunda mitad de la década del '70 las diversas interacciones sociales entre los integrantes de la colonia. El espectro de interacciones abarca tanto conductas amistosas como hostiles. Dentro de las interacciones amistosas entre chimpancés encontramos la limpieza de unos a otros o "espulgamiento", como también "juego,

coaliciones y saludos” (de Waal, 2022, 194). Entre las conductas hostiles encontramos gritos, manotazos, atropellos, mordeduras y ataques con objetos contundentes (ramas y piedras).

En su libro “La política de los chimpancés”, originalmente publicado en 1982, de Waal entrega los resultados de las observaciones realizadas durante la década anterior, poniendo énfasis en relatar los cambios en la estructura social de la colonia, en términos de los grupos, alianzas formadas y disueltas, así como los individuos que terminan tomando el poder constituyéndose en macho alfa hasta que un nuevo proceso de toma de poder ocurra.

Ya desde un comienzo, de Waal nos entrega distintos ejemplos que permiten reconocer ciertas habilidades cognitivas orientadas al futuro. El autor recuerda el relato entregado por los funcionarios del zoo sobre un tiempo anterior a la llegada de de Waal, quienes presenciaron la fuga de los chimpancés desde su espacio dedicado, hacia el resto del zoo. La hazaña fue realizada colocando ramas contra el muro para ser trepadas, ayudándose unos a otros a escalarla. Este relato fue confirmado personalmente por de Waal quien entrevistó las personas encargadas de la cocina en aquella época, quienes reportaron que a lo menos un chimpancé (“Mamá”, la chimpancé hembra de mayor edad de la colonia) ingresó al casino en busca de comida, encontrando solo una botella de leche chocolatada, que acabó ella sola tranquilamente. La manera en que se efectuó la fuga, colocando ramas de alrededor de cinco metros para superar un muro que asciende a cuatro metros, impresiona “como si el plan hubiese sido acordado de antemano” (de Waal, 2022, 43).

Una muestra adicional de cognición orientada a futuro la encontramos en el caso de Dandy, el único de cuatro machos de la colonia que no participó realmente de las pugnas de poder. Siendo el más joven, debió desarrollar su propia manera de lograr sus objetivos, en concreto, de satisfacer sus necesidades más básicas de que otros chimpancés se le acerquen y lo espulguen. Así, ideó una forma de comunicación gestual para este efecto, tomando la parte superior de su brazo izquierdo con la mano derecha como señal, cada vez que pretende que otro chimpancé se acerque a limpiarlo (de Waal, 2022, 55). Apreciamos en este caso un ejemplo de intención, como forma de cognición orientada a futuro.

Una explicación alternativa que prescinda de las intenciones descansaría o bien en un mecanismo rígido propio de la especie o bien en un proceso de aprendizaje asociativo. Si fuera lo primero, la conducta de Dandy debiera entenderse como una reacción a un conjunto específico de circunstancias que concurren en un momento dado, y no podría ocurrir que estas concurren y sin embargo no tenga lugar la conducta

(gestos). La especificación de estas circunstancias tendría que ser lo suficientemente fina como para dar sentido al hecho de que Dandy no se encuentre realizando estos gestos constantemente, y que los gestos cesen una vez que da inicio la conducta de espulgamiento. Si bien posible de ser entregada, esta explicación del comportamiento gestual de Dandy ya no aparece como una alternativa más simple. Adicionalmente, esperaríamos encontrar comportamiento idéntico en más de un individuo de la especie y esto contrasta con la evidencia. Para un aprendizaje por asociación, se requeriría que Dandy haya sido expuesto con anterioridad al par de eventos (gesto-específico, espulgamiento) a fin de que pueda percibir e internalizar la relación contingente entre ambos. Esto también contrasta con la evidencia, ya que no se constató este gesto en ningún otro individuo de la colonia. El gesto paradigmático con el que el resto de la colonia inicia una interacción de espulgamiento es simplemente estirar el brazo con la palma abierta ("*ofrecer la mano*") (de Waal, 2022, 55). Ahora bien, el gesto de Dandy presenta una especificidad mayor que el gesto de "*ofrecer la mano*", ya que este último es observado seguido de conductas tan diversas como: recibir comida, mantener contacto corporal y recibir apoyo durante un enfrentamiento (de Waal, 2022, 56); mientras que el de Dandy ocurre únicamente seguido del espulgamiento. Lo anterior torna más plausible la explicación en la que la conducta gestual de Dandy es una novedad conductual realizada con la finalidad en mente de ser espulgado.

Un tercer ejemplo entregado por de Waal, son las conductas de confiscación. Para entender el carácter orientado a futuro se debe tener presente la manera en que se producen las interacciones hostiles entre chimpancés. Normalmente, realizan exhibiciones de fuerza o poderío, emitiendo ruidos, dando saltos y poniendo sus pelos en punta, logrando que parezca que su volumen corporal es mucho más grande que el que realmente tienen (de Waal, 2022, 58). Estas conductas se encuentran dirigidas comúnmente a un rival y, en ocasiones, el chimpancé que realiza la demostración de fuerza traerá consigo un arma, esto es, piedras en la palma de la mano o palos. Con esto no pretenden amedrentar al rival sino concretar una agresión. Es en este escenario que interviene comúnmente una hembra quien abre lentamente los dedos de la mano donde cargan el arma, y la retira de sus manos. Si tenemos presente que la hembra luego de confiscar el objeto contundente no realiza ninguna acción adicional con el mismo, resulta plausible interpretar esta conducta como motivada por el propósito de evitar la agresión futura. Para que esto ocurra, la hembra que no intervenía en el conflicto hasta percatarse de la presencia de las piedras debe simular el evento futuro, esto

es, generar una representación del evento consistente en la agresión que un chimpancé realiza contra otro arrojando o golpeando con las piedras.

Pongamos ahora la atención en una de las dinámicas centrales tratadas en el estudio, esto es, las dinámicas de toma de poder. Durante el período reportado por de Waal, tres machos disputaron el poder entre ellos. Yeroen, el macho alfa original, se convierte en líder de la colonia a su llegada. Luit, quien llega con Yeroen cuando son incorporados a la colonia, disputa el poder justamente de las manos de Yeroen en la primera lucha por el poder. Por último, está Nikkie, el tercer macho cuyo apoyo resultó crucial para decidir las tomas de poder en uno u otro sentido.

Los enfrentamientos ocurren cuando una de las partes (en este caso Luit) inicia demostraciones de fuerza provocando al rival. Si el rival responde ante la amenaza, comienza una persecución y enfrentamiento físico entre las partes. Lo interesante es que, mientras que la batalla física se decide por la fuerza y agilidad de los chimpancés, la pelea política se decide por el respaldo que tenga una de las partes del resto de la colonia (las hembras). Así, el estudio pudo comprobar que cuando se aproximaba un enfrentamiento, Yeroen aumentó las conductas amistosas de juego y espulgamiento que normalmente ocupaban sólo un treinta por ciento de sus interacciones a prácticamente el doble. De Waal interpreta esta conducta como un intento de ganar el favor de las demás integrantes de la colonia. Esta interpretación se ve reforzada por la conducta de respuesta llevada a cabo por Luit, quien al constatar estas interacciones se dirige rápidamente a interrumpirlas, haciendo demostraciones o derechamente atacando. Esta conducta recibe el nombre de “intervención de separación” (de Waal, 2022, 158).

Denominarlas de esta forma sugiere que de una u otra manera, los involucrados comprenden el valor que esas conductas tienen a la hora de asegurar respaldos de la comunidad para los enfrentamientos. Por otra parte, tanto la conducta para ganar el favor como la conducta de separación ocurren con una antelación importante (de días) al enfrentamiento, lo que resulta indiciario de una capacidad anticipatoria. Así descritos, resulta difícil hacer sentido de la conducta de hembras y machos sin que ellos tuviesen un mecanismo cognitivo para estimar o anticipar el resultado de una acción determinada, como puede ser el confiscar un arma, generar conductas amistosas o expresar conductas hostiles, previendo la posibilidad de un enfrentamiento, ya sea para evitar el mismo, o para facilitar su ocurrencia.

Una conducta orientada a futuro adicional se da justamente en el período que sigue inmediatamente a un enfrentamiento. Nikkie, en un enfrentamiento con Yeroen donde el primero resultó vencedor, vio sus

números reducidos por culpa de los esfuerzos de Yeroen por maximizar sus interacciones amistosas con las hembras del grupo en el tiempo anterior al enfrentamiento. Una vez concluida la batalla, Nikkie como vencedor espera media hora, tras lo cual realiza conductas amistosas con Yeroen. De Waal interpreta que los chimpancés de la colonia pueden leer de una u otra forma la tensión en el ambiente y sería esta la razón por la que se apresuran en dar cierto nivel de estabilidad al grupo mediante conductas amistosas a modo de reconciliación. Adicionalmente, Nikkie hace todo lo contrario con las hembras que se levantaron en su contra y opta por castigarlas mediante agresiones. Esta conducta es interpretada como desincentivando futuros levantamientos de las hembras o alianzas de ellas con sus contrincantes (de Waal, 2022, 237). Nuevamente, nos encontramos frente a la anticipación de un evento futuro y el rauda actuar del macho alfa para evitarlo.

Ahora bien, el mismo autor reconoce que a la base de esta diversidad conductual se encuentran algunos mecanismos más o menos sofisticados que no poseen necesariamente un carácter temporal. El autor señala como relevante en primer lugar la capacidad de reconocerse individualmente los unos a los otros. Esto evita la necesidad de tener que reafirmar las posiciones de dominación en cada interacción o reencuentro con otro miembro del grupo o colonia. Sin esta capacidad no se podría otorgar un mínimo de estabilidad a las estructuras sociales. Pero se considera aún más importante la llamada conciencia triádica, esto es, la “capacidad de percibir las relaciones sociales que se dan entre otros individuos y formar relaciones triangulares variadas” (de Waal, 2022, 292). Esta capacidad fue la que permitió que se ejerciera un control tripartito por parte de Yeroen, Luit y Nikkie en la colonia en Arnhem, habilitando el monitoreo de las relaciones de los dos restantes entre ellos y con otros ejemplares de la colonia. El monitoreo a su vez dio lugar a las ya mencionadas intervenciones de separación, y la conciencia triádica aparece como la capacidad responsable de la posibilidad de coaliciones, rencillas y reconciliaciones.

Habiendo verificado la riqueza conductual del estudio realizado por de Waal, llama la atención que al explorar el índice analítico en “La política de los chimpancés” en busca de la palabra planificación, esta aparezca solo dos veces. Ciertamente esto es reflejo del foco de la investigación en las estructuras sociales y sus dinámicas de poder y nada resta a la aproximación que hemos dado a la misma evidencia en este trabajo. Si algo, es testimonio de la influencia que ha tenido la reflexión sobre la cognición prospectiva en las décadas recientes y cómo este enfoque arroja nueva luz sobre información reunida desde que iniciaron los diversos programas

de investigación en primates en medios de laboratorio, medio libre, santuarios y zoológicos (McEwen *et al.*, 2022).

Pero si queremos ser justos con el autor, lo cierto es que, de forma visionaria se ocupa de la cuestión que nos convoca, esto es, la cuestión acerca del pensamiento sobre el futuro. Es en el acto de preguntarse sobre una eventual racionalidad en las decisiones de alianza entre los machos de la colonia que de Waal evalúa la orientación a futuro de sus conductas. Entendiendo que “una elección racional está basada en la estimación de las consecuencias” (de Waal, 2022, 303), la pregunta es si acaso Yeroen pensaba en el futuro a la hora de decidir o no una alianza con Nikkie.

La estrategia que utiliza el autor va al centro de la cognición orientada a futuro, planteando la siguiente cuestión. Lo que resulta fundamental para decidir el asunto es determinar si los chimpancés tienen un deseo de obtener un rango mayor, y de ser así, si acaso generan conductas positivas para este fin. En definitiva, de lo que se trata es de evaluar si los chimpancés presentan conductas dirigidas a un objetivo o meta. Hoy sabemos que contamos con evidencia a favor de la presencia de comportamiento dirigido a metas en chimpancés, e incluso se ha evaluado comparativamente con humanos en un mismo diseño experimental (Myowa-Yamakoshi *et al.*, 2012). Razonablemente este no era el escenario a la fecha de publicación del libro escrito por de Waal, y no tuvo más recurso que reflexionar acerca de la naturaleza de la orientación a metas. Así, indicó que podemos decir que una conducta X se orienta a un fin Y si X cesa cuando se ha conseguido Y. Si aplicamos este criterio a la evidencia que hemos trabajado en secciones anteriores, entonces podemos decir que existe comportamiento dirigido a metas en el chimpancé que transporta una herramienta a un sitio de alimento, y luego de consumir o guardar el alimento no hace el traslado de una nueva herramienta si ya no hay comida restante. Lo mismo con la acción de abrir una nuez, solo habría orientación a metas si el chimpancé deja de golpear la nuez una vez que esta ha sido abierta, no insistiendo en darle golpes a los restos.

Para ejemplificar con chimpancés, de Waal recurre a un ejemplo externo a su colonia. Hace mención de Goblin, un chimpancé estudiado por Jane Goodall en la colonia de Gombe Stream. La particularidad de la conducta de Goblin está en que se empeñaba en torear a las hembras adultas hasta que estas se sometían a él. De Waal enfatiza que Goodall utiliza adrede la expresión “hasta”, como sugiriendo que el sometimiento de las hembras fue su propósito desde un principio, y es lo que explica el cese de sus agresiones (de Waal, 2022, 304). Situación similar vivió la colonia de Arnhem, refiere de Waal, cuando observó que en el otoño de 1976 disminuyeron las actitudes hostiles de Nikkie hacia las hembras,

justo cuando las hembras comenzaron a saludarlo frecuentemente. El autor insiste en que no cabe ninguna duda que los animales que él observó en la colonia se esforzaban por conseguir un estatus más elevado (de Waal, 2022, 305).

En cuanto a la posibilidad de que los chimpancés realicen predicciones, el autor recuerda la conducta de Yeroen y su insistencia en resistirse a Luit e intentar contacto con Nikkie (de Waal, 2022, 308). Estas interacciones resultaban en experiencias negativas para Yeroen toda vez que no lograba vencer. Su insistencia a pesar de la falta de resultados intenta ser explicada desde una capacidad por la cual Yeroen pudiera predecir el resultado final (como si supiera que “se perdió la batalla, pero no la guerra”).

Por último, el tratamiento que da el autor a la planificación como proceso cognitivo es similar al que hemos dado en este ensayo. La caracteriza como una ruta hacia un objetivo que se compone de sub-metas que permiten conectar la posición inicial del sujeto con una meta lejana (de Waal, 2022, 308 ss.). Para ejemplificar esto recupera dos casos que pudo observar en la colonia. El primero es el de Franje, una hembra que frente al clima frío que se aproximaba trasladó toda la paja que mantenía en su habitación para poder hacer un nido cómodo y temperado en la instalación exterior. Aquí vemos una relación de submetas a meta entre el traslado de los elementos para la construcción del nido y el armado de este. Lo realmente fascinante de este caso es que el traslado ocurre antes de que Franje pueda experimentar el cambio en las temperaturas.

El último ejemplo de planificación en la colonia está en los comportamientos de despedida. La despedida difiere del saludo en que el saludo se realiza usualmente frente a cualquier otro sujeto por el solo hecho de reconocer quien es. La despedida en cambio ocurre cuando se anticipa una separación. El autor pudo observar una peculiaridad llevada a cabo por la chimpancé llamada Gorila, que tiene a su cuidado a la bebé Roosje y debe dar el biberón diariamente. Para esto, los cuidadores la trasladan a la misma hora junto a Roosje a la instalación interior para que pueda alimentarla sin interrupciones. Lo que pudo ser observado fue que Gorila no entraba inmediatamente, sino que se dirigía a donde se encontrara Yeroen y Mama, con el fin de poder tocarlos por unos instantes o darles besos. Si esto no era posible de inmediato Gorila incluso daba rodeos hasta lograrlo. Una vez concluida la conducta se apartaba para ir a las instalaciones interiores (de Waal, 2022, 309). La conducta de Gorila es interpretada como que realiza comportamientos de despedida porque sabe que será separada de ellos en ese momento.

Con esto concluye el análisis del comportamiento orientado a futuro de los chimpancés de la colonia de Arnhem.

5. PREDICCIÓN EN EL CEREBRO

Por último, resta el desafío de unificar los elementos aquí presentados y la distinción trazada entre planificación y *timing*. Esta tarea es merecedora de un trabajo aparte, pero creemos que un intento puede ser esbozado desde la ya mencionada hipótesis del procesamiento predictivo.

Se ha propuesto recientemente que las habilidades predictivas complejas que poseemos humanos (y especies cercanas en la escala evolutiva) como son la planificación y la imaginación emergieron de forma gradual en la historia evolutiva desde mecanismos más simples de predicción como pueden ser *loops* básicos de predicción y corrección de errores (e.g reflejos motores y del sistema nervioso autónomo) (Pezzulo *et al.*, 2021). La hipótesis es que estos mecanismos se encontraban ya presentes en los cerebros de nuestros ancestros evolutivos y cumplían un rol importante en la solución de problemas de regulación adaptativa (Pezzulo *et al.*, 2015).

En estudios recientes se ha ofrecido evidencia de que tanto el sistema visual como auditivo operarían conforme a los principios de la teoría de la inferencia activa (Chennu *et al.*, 2013; Kok y de Lange, 2014). Conforme a estos principios, el cerebro forma representaciones neuronales construidas desde experiencias anteriores. Estas a su vez operan como un modelo generativo de cómo es que los estímulos del entorno causarían las sensaciones (Barrett y Simmons, 2015).

Esto implica que el cerebro no operaría como tradicionalmente concebido. Con la revolución cognitiva, no solo se dejó atrás el paradigma conductista, sino que se ofreció una explicación de aquello que ocurría al interior de la mente o cerebro, mediante los conceptos de procesamiento de información y computación, con sus orígenes en las teorías de Shannon (Shannon, 1948) y Turing (Turing, 1937) respectivamente. La imagen de la mente como una gran computadora que manipula información generando un output se encuentra al centro de esta concepción.

En este paradigma, el rol de la mente es pasivo. Si concebimos la mente como un computador cargado con un programa para desarrollar una tarea determinada, tenemos que la activación del algoritmo ocurre únicamente cuando ingresa información en el input de la máquina.

La teoría de la inferencia activa viene a desafiar esta imagen del cerebro como un componente pasivo, ofreciendo en su lugar un cerebro que se encuentra constantemente anticipando el input sensorial, siendo implementado como predicciones que se propagan por las regiones corticales. En este trayecto, modulan el disparo de neuronas a la espera de recibir efectivamente input del entorno. Las predicciones del cerebro se

constituyen así en hipótesis acerca del comportamiento del entorno que pueden ser contrastadas con las señales sensoriales entrantes (Barrett y Simmons, 2015).

La tarea del cerebro es entonces reducir al mínimo la diferencia entre las predicciones y las sensaciones entrantes, esto es, el “error en la predicción”. La diferencia entre el modelo generado y el mundo puede resolverse mediante los sistemas involucrados, esto es, percepción y acción (o control motor) (Parr *et al.*, 2022). Estas dos formas de reducir el error en la predicción se corresponden con las clásicas direcciones de ajuste mente-mundo/mundo-mente (Anscombe, 2000; Searle, 1983).

En términos de implementación, el ajuste ocurre en el cuerpo de tres maneras: (1) propagando el error de regreso por las conexiones corticales para modificar la predicción, (2) moviendo el cuerpo para generar las sensaciones esperadas y (3) cambiando cómo el cerebro atiende o cómo recorta el input sensorial (Barrett y Simmons, 2015).

Hipotetizamos que una modificación de la teoría de la inferencia activa permitiría dar cuenta de los fenómenos de timing y planificación de manera unificada. Lo cierto es que este paradigma permite entender cómo una criatura es capaz de anticipar elementos en su input sensorial de manera situada, y en consecuencia habilitar la explotación de *affordances* existentes en el entorno (Pezzulo y Cisek, 2016). Pero los casos estudiados presentan la dificultad adicional de requerir un cierto nivel de distancia respecto del entorno inmediato.

Esto puede ser salvado si tenemos presente que un modelo generativo puede ser dotado de profundidad temporal, habilitando la inferencia prospectiva. Esto permite la anticipación de las consecuencias de acciones o secuencias de acciones en el corto y largo plazo, además de la planificación e imaginación de situaciones novedosas (Pezzulo *et al.*, 2021).

Investigadores han sugerido que un factor relevante para el desarrollo evolutivo de modelos temporales profundos fue la búsqueda de alimentos; Y que las exigencias cognitivas de la tarea favorecieron el desarrollo de un circuito para la búsqueda retino-telencefálico (procesamiento avanzado) distinto de un circuito retino-tectal (procesamiento temprano) (Cisek, 2019). En esta misma línea, Buzsáki y Moser han propuesto que los mecanismos de memoria y planificación evolucionaron desde mecanismos para la navegación, explotando mapas cognitivos y de predicción ubicados en el hipocampo (Buzsáki y Moser, 2013).

Adicionalmente, se ha planteado que una parcelación progresiva de un modelo inicialmente no-diferenciado del tiempo puede haber sido la forma en que evolutivamente resultaron modelos temporalmente

profundos desde modelos más simples; a su vez, esta parcelación puede haber sido impulsada por la internalización que el animal hace de sus propios patrones de comportamiento secuencial.

6. CONCLUSIÓN

En las secciones anteriores desarrollamos la noción de timing en el contexto de la literatura sobre el condicionamiento clásico y operante pudiendo observar cómo la conducta de ciertas especies se modifica en función de componentes temporales de la tarea que están desempeñando, aprendiendo los intervalos relevantes y demorando la respuesta. Distinguimos a continuación la noción de timing de la noción de planificación, uno de los tipos de cognición orientada al futuro más compleja. Logramos apreciar este tipo de cognición a través de ejemplos en la literatura etológica, en concreto por medio del estudio del comportamiento de chimpancés relativo al uso de herramientas y recolección de alimentos. Por último, logramos apreciar diversos tipos de cognición orientada a futuro en el estudio llevado a cabo por Frans de Waal en la colonia de chimpancés de Arnhem, Países Bajos. Cabe notar que, pese a su diversidad, en los casos reseñados podemos atribuir cognición orientada a futuro cada vez que la tarea exige anticipar un evento o estado futuro, sea la obtención de un refuerzo, el traslado a un lugar de destino, el despliegue de una conducta amistosa u hostil, para tender a esta o evitarla.

Existe, no obstante, una distinción que realizar en la atribución de capacidades cognitivas en los casos evaluados. Si bien sostenemos que para el caso de los chimpancés de la selva del oeste africano (quienes planifican su propio desayuno) es posible atribuir planificación que exhibe al mismo tiempo una capacidad análoga al timing, esto es, planificación y timing convergen en ese caso, esto no ocurre en el caso de la colonia de chimpancés en Arnhem, ya que los casos de planificación reseñados no incorporan necesariamente consideraciones acerca de las regularidades temporales de su propio entorno (con quizá la excepción de Gorila, quien experimenta la separación del grupo a diario).

Para el caso de la fuga de "Mamá", la planificación implicó establecer el objetivo de abandonar la instalación y la determinación de pasos intermedios: buscar ramas altas, colocarlas y treparlas. Esto supone una sensibilidad al orden temporal en que deben ocurrir los elementos de una secuencia (se deben colocar las ramas antes de trepar el muro), mas no pareciera involucrar la incorporación de la frecuencia con que ocurre

algún otro evento ni su duración. En el caso de Dandy se establece el objetivo de obtener limpieza y se adopta una estrategia de comunicación gestual para influir en el comportamiento futuro de otros, cuestión que tampoco acarrea la detección de regularidades ni duraciones. Luego, para las conductas de confiscación se anticipa una eventual agresión de un chimpancé a otro y se interviene antes que este resultado se produzca, no requiriendo incorporar intervalos ni duraciones. Por último, para el caso de los enfrentamientos, las conductas para ganar el favor y las conductas de separación apuntan a una capacidad para estimar las consecuencias sociales no inmediatas de sus propias acciones, así como la anticipación de un enfrentamiento próximo, ninguna de las cuales depende de captar duraciones o regularidades temporales. Podemos ver que la planificación, en la medida que involucra la anticipación de un evento o estado futuro constituye genuinamente cognición orientada a futuro, pero dependerá de la tarea específica si el éxito en esta requiere, además, de timing. La mera anticipación de un evento futuro no requiere saber cuándo va a ocurrir, la duración del tiempo intermedio hasta su ocurrencia, ni la frecuencia general con que tiene lugar.

Finalmente, es importante considerar que la evidencia utilizada en la sección sobre timing responde a una metodología científica en la que la observación detallada en entornos controlados prima por sobre la atribución de estados mentales y etiquetas que en otro contexto serían fácilmente atribuibles a humanos, como sí hace de Waal al referirse a los chimpancés de la colonia como teniendo creencias, deseos, metas, emociones, entre otros. Creemos que, al integrar estos estudios experimentales con la literatura propia de la etología, además de los reportes presentes en el trabajo de de Waal, podemos justificar la atribución de cognición orientada a futuro a las especies animales aquí tratadas.

REFERENCIAS

- Allen, C. (2018). Associative learning. En K. Andrews y J. Beck (Eds.), *The Routledge handbook of philosophy of animal minds* (pp. 401-408). London: Routledge/Taylor & Francis Group. <https://doi.org/10.4324/9781315742250-39>
- Allen-Hermanson, S. (2005). Morgan's Canon Revisited. *Philosophy of Science*, 72(4), 608-631. <https://doi.org/10.1086/505187>
- Anscombe, G. E. M. (2000). *Intention*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.

- Barrett, L. F. y Simmons, W. K. (2015). Interoceptive predictions in the brain. *Nature Reviews Neuroscience*, 16(7), Article 7. <https://doi.org/10.1038/nrn3950>
- Boesch, C. y Boesch, H. (1984). Mental map in wild chimpanzees: An analysis of hammer transports for nut cracking. *Primates*, 25(2), 160-170. <https://doi.org/10.1007/BF02382388>
- Bubić, A. y Abraham, A. (2014). Neurocognitive bases of future oriented cognition. *Review of Psychology*, 21, 3-15.
- Bubic, A., von Cramon, D. Y. y Schubotz, R. I. (2010). Prediction, Cognition and the Brain. *Frontiers in Human Neuroscience*, 4, 25. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2010.00025>
- Buzsáki, G. y Moser, E. I. (2013). Memory, navigation and theta rhythm in the hippocampal-entorhinal system. *Nature Neuroscience*, 16(2), Article 2. <https://doi.org/10.1038/nn.3304>
- Chennu, S., Noreika, V., Gueorguiev, D., Blenkmann, A., Kochen, S., Ibáñez, A., Owen, A. M. y Bekinschtein, T. A. (2013). Expectation and Attention in Hierarchical Auditory Prediction. *The Journal of Neuroscience*, 33(27), 11194-11205. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0114-13.2013>
- Cisek, P. (2019). Resynthesizing behavior through phylogenetic refinement. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 81(7), 2265-2287. <https://doi.org/10.3758/s13414-019-01760-1>
- de Waal, F. (2022). *La política de los chimpancés*. Madrid: Alianza Editorial.
- Dennett, D. C. (1992). *Consciousness Explained*. Boston, Massachusetts: Back Bay Books.
- Dews, P. (1978). Studies on responding under fixed-interval schedules of reinforcement: II. The scalloped pattern of the cumulative record. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 29(1), 67-75. <https://doi.org/10.1901/JEAB.1978.29-67>
- Escobar, M., Suits, W. T., Rahn, E. J. y Arcediano, F. (2015). Do long delay conditioned stimuli develop inhibitory properties? *Frontiers in Psychology*, 6, 1606. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01606>
- Froufe Torres, M. (2011). *Psicología del aprendizaje. Principios y aplicaciones conductuales*. Madrid: Editorial Paraninfo.
- Gallistel, C. R. y Gibbon, J. (2000). Time, rate, and conditioning. *Psychological Review*, 107(2), 289-344. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.107.2.289>
- Gärdenfors, P. (1995). Cued and detached representations in animal cognition. *Behavioural Processes*, 35(1), 263-273. [https://doi.org/10.1016/0376-6357\(95\)00043-7](https://doi.org/10.1016/0376-6357(95)00043-7)

- Goodall, J. (1964). Tool-Using and Aimed Throwing in a Community of Free-Living Chimpanzees. *Nature*, 201(4926), Article 4926. <https://doi.org/10.1038/2011264a0>
- Gwinner, E. (1986). *Circannual Rhythms: Endogenous Annual Clocks in the Organization of Seasonal Processes*. Cham: Springer-Verlag. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-82870-6>
- Hesslow, G. (2002). Conscious thought as simulation of behaviour and perception. *Trends in Cognitive Sciences*, 6(6), 242-247. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(02\)01913-7](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(02)01913-7)
- Hesslow, G. (2012). The current status of the simulation theory of cognition. *Brain Research*, 1428, 71-79. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2011.06.026>
- Holland, O. y Goodman, R. B. (2003). Robots with Internal Models: A Route to Machine Consciousness? *Journal of Consciousness Studies*, 10 (4-5), 77-109.
- Janmaat, K. R. L., Polansky, L., Ban, S. D. y Boesch, C. (2014). Wild chimpanzees plan their breakfast time, type, and location. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(46), 16343-16348. <https://doi.org/10.1073/pnas.1407524111>
- Kabadayi, C. y Osvath, M. (2017). Ravens parallel great apes in flexible planning for tool-use and bartering. *Science*, 357(6347), 202-204. <https://doi.org/10.1126/science.aam8138>
- Kok, P. y de Lange, F. P. (2014). Shape perception simultaneously up- and downregulates neural activity in the primary visual cortex. *Current Biology: CB*, 24(13), 1531-1535. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2014.05.042>
- Lejeune, H. y Wearden, J. H. (1991). The comparative psychology of fixed-interval responding: Some quantitative analyses. *Learning and Motivation*, 22(1-2), 84-111. [https://doi.org/10.1016/0023-9690\(91\)90018-4](https://doi.org/10.1016/0023-9690(91)90018-4)
- Lowe, C. F., Harzem, P. y Spencer, P. T. (1979). Temporal control of behavior and the power law. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 31(3), 333-343. <https://doi.org/10.1901/jeab.1979.31-333>
- McClung, J. S., Goetschi, F., Baumeyer, A. y Zuberbühler, K. (2020). Chimpanzee immigration: Complex social strategies differ between zoo-based and wild animals. *Journal of Zoo and Aquarium Research*, 8(1), Article 1. <https://doi.org/10.19227/jzar.v8i1.326>
- McEwen, E. S., Warren, E., Tenpas, S., Jones, B., Durdevic, K., Rapport Munro, E. y Call, J. (2022). Primate cognition in zoos: Reviewing the impact of zoo-based research over 15 years. *American Journal of Primatology*, 84(10), e23369. <https://doi.org/10.1002/ajp.23369>

- McLean, A. (2001). Cognitive abilities - The result of selective pressures on food acquisition? *Applied Animal Behaviour Science*, 71, 241-258. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(00\)00181-7](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(00)00181-7)
- Milton, K. (1981). Distribution Patterns of Tropical Plant Foods as an Evolutionary Stimulus to Primate Mental Development. *American Anthropologist*, 83(3), 534-548. <https://doi.org/10.1525/aa.1981.83.3.02a00020>
- Morgan, C. L. (1894). An introduction to comparative psychology. London: Walter Scott. <https://doi.org/10.1037/11344-000>
- Myowa-Yamakoshi, M., Scola, C. y Hirata, S. (2012). Humans and chimpanzees attend differently to goal-directed actions. *Nature Communications*, 3(1), Article 1. <https://doi.org/10.1038/ncomms1695>
- Panda, S., Hogenesch, J. B. y Kay, S. A. (2002). Circadian rhythms from flies to human. *Nature*, 417(6886), 329-335. <https://doi.org/10.1038/417329a>
- Parr, T., Pezzulo, G. y Friston, K. J. (2022). *Active Inference: The Free Energy Principle in Mind, Brain, and Behavior*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/12441.001.0001>
- Pavlov, I. P. (1927). *Conditioned reflexes: An investigation of the physiological activity of the cerebral cortex* (pp. xv, 430). Oxford: Oxford University Press.
- Pezzulo, G. y Cisek, P. (2016). Navigating the Affordance Landscape: Feedback Control as a Process Model of Behavior and Cognition. *Trends in Cognitive Sciences*, 20(6), 414-424. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2016.03.013>
- Pezzulo, G., Parr, T. y Friston, K. (2021). The evolution of brain architectures for predictive coding and active inference. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 377(1844), 20200531. <https://doi.org/10.1098/rstb.2020.0531>
- Pezzulo, G., Rigoli, F. y Friston, K. (2015). Active Inference, homeostatic regulation and adaptive behavioural control. *Progress in Neurobiology*, 134, 17-35. <https://doi.org/10.1016/j.pneurobio.2015.09.001>
- Phillips, C. y Lancelotti, C. (2014). Chimpanzee diet: Phytolith analysis of feces. *American Journal of Primatology*, 76(8), 757-773. <https://doi.org/10.1002/ajp.22267>
- Rao, R. P. N. y Jiang, L. P. (2022, November 22). Predictive Coding Theories of Cortical Function. *Oxford Research Encyclopedia of Neuroscience*. <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190264086.013.328>
- Rescorla, R. A. (1967). Inhibition of delay in Pavlovian fear conditioning. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 64(1), 114-120. <https://doi.org/10.1037/h0024810>

- Romanes, G. J. (1888). *Animal Intelligence*. Boston, Massachusetts: D. Appleton.
- Sanz, C. M., Call, J. y Boesch, C. (Eds.) (2013). *Tool Use in Animals: Cognition and Ecology*. Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511894800>
- Sanz, C. M. y Morgan, D. B. (2009). Flexible and Persistent Tool-using Strategies in Honey-gathering by Wild Chimpanzees. *International Journal of Primatology*, 30(3), 411-427. <https://doi.org/10.1007/s10764-009-9350-5>
- Sanz, C., Morgan, D. y Gulick, S. (2004). New Insights into Chimpanzees, Tools, and Termites from the Congo Basin. *The American Naturalist*, 164(5), 567-581. <https://doi.org/10.1086/424803>
- Schneider, B. (1969). A two-state analysis of fixed- interval responding in pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 12, 677-687. <https://doi.org/10.1901/jeab.1969.12-677>
- Searle, J. R. (1983). *Intentionality: An Essay in the Philosophy of Mind*. Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139173452>
- Shannon, C. E. (1948). A Mathematical Theory of Communication. *Bell System Technical Journal*, 27(3), 379-423. <https://doi.org/10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x>
- Sherman, J. G. (1959). The temporal distribution of responses on fixed interval schedules. *Dissertation Abstracts*, 20, 1455-1456.
- Skinner, B. F. (1938). *The behavior of organisms: An experimental analysis* (p. 457). New York: Appleton-Century.
- Starzak, T. (2017). Interpretations without justification: A general argument against Morgan's Canon. *Synthese*, 194(5), 1681-1701. <https://doi.org/10.1007/s11229-016-1013-4>
- Zspunar, K. K., Spreng, R. N. y Schacter, D. L. (2014). A taxonomy of prospective: Introducing an organizational framework for future-oriented cognition. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111(52), 18414-18421. <https://doi.org/10.1073/pnas.1417144111>
- Thorndike, E. L. (1905). *The elements of psychology* (pp. xx, 353). New York: A G Seiler. <https://doi.org/10.1037/10881-000>
- Turing, A. M. (1937). On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem. *Proceedings of the London Mathematical Society*, s2-42(1), 230-265. <https://doi.org/10.1112/plms/s2-42.1.230>
- Vasconcelos, M., de Carvalho, M. P. y Machado, A. (2017). Timing in animals: From the natural environment to the laboratory, from data to models. En J. Call, G. M. Burghardt, I. M. Pepperberg, C. T. Snowdon y

- T. Zentall (Eds.), *APA handbook of comparative psychology: Perception, learning, and cognition* (Vol. 2, pp. 509-534). Washington: American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/0000012-023>
- Wearden, J. (2016). *The Psychology of Time Perception*. London: Palgrave Macmillan. <https://doi.org/10.1057/978-1-137-40883-9>
- Whitaker, S., Lowe, C. F. y Wearden, J. H. (2003). Multiple-interval timing in rats: Performance on two-valued mixed fixed-interval schedules. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 29(4), 277-291. <https://doi.org/10.1037/0097-7403.29.4.277>
- Zieliński, K., Werka, T., Wilson, W. J. y Nikolaev, E. (1995). Inhibition of delay of the two-way avoidance response and warning-signal salience. *Animal Learning & Behavior*, 23(4), 438-446. <https://doi.org/10.3758/BF03198943>