

alternancia de respuesta demorada – delayed response alternation

Authored by
memjavad

December 4, 2025

RECOMMENDED CITATION

memjavad (2025). *alternancia de respuesta demorada – delayed response alternation*. Spanish Psychological Databases. Retrieved from <https://spanish.arabpsychology.com/?p=6860>

Respuesta Alternada Retardada (Delayed Response Alternation)

Primary Disciplinary Field(s): Neurociencia Cognitiva, Psicología Experimental, Neuropsicología

1. Definición Central y Propósito

El paradigma de la **Respuesta Alternada Retardada** (RAD, del inglés Delayed Response Alternation) constituye una herramienta fundamental en la investigación de la **memoria de trabajo espacial** y las funciones ejecutivas en modelos animales, particularmente roedores y primates no humanos. Este concepto se refiere a un tipo específico de tarea de discriminación donde el sujeto experimental debe recordar la ubicación de su respuesta anterior y alternarla en el ensayo subsiguiente tras un período de demora (o retardo). La esencia de esta tarea radica en la capacidad del sujeto para mantener una representación mental de la información relevante (la ubicación previa) durante la ausencia de estímulos sensoriales inmediatos, y luego utilizar esa información para guiar una acción futura, demostrando la capacidad de retención de una traza de memoria a corto plazo.

A diferencia de las tareas de condicionamiento simple o de memoria de referencia, el RAD requiere la integración de varios procesos cognitivos superiores. El animal no solo debe registrar la ubicación de la recompensa en el ensayo actual, sino también inhibir la tendencia natural a perseverar en la misma ubicación (o respuesta) y, en su lugar, planificar la acción opuesta para maximizar la obtención de la recompensa. La dificultad de la tarea se modula principalmente manipulando la duración del intervalo de retardo, lo cual permite a los investigadores evaluar la resiliencia y la capacidad de retención de la [memoria de trabajo](#). Si el intervalo es demasiado largo para la capacidad del sujeto, la traza de memoria se desvanece, resultando en un rendimiento cercano al azar.

El objetivo primario de los estudios que emplean el RAD es mapear las estructuras cerebrales y los circuitos neuronales responsables del mantenimiento activo de la información espacial. El éxito en esta tarea depende directamente de la integridad del sistema de memoria de trabajo, lo que la convierte en una medida sensible de disfunción cognitiva en modelos de enfermedades neurológicas o tras lesiones cerebrales específicas, proporcionando una ventana precisa a la función del control ejecutivo y la flexibilidad cognitiva.

2. Componentes Metodológicos de la Tarea

La implementación clásica de la tarea de Respuesta Alternada Retardada generalmente se lleva a cabo utilizando un aparato en forma de T (T-maze) o un aparato de campo abierto con dos ubicaciones de respuesta distinguibles. La tarea se estructura rigurosamente en ciclos de ensayo, cada uno de los cuales requiere que el animal recuerde qué brazo del laberinto eligió en el ensayo

n para elegir el brazo opuesto en el ensayo $n+1$. La metodología se centra en tres fases críticas: la fase de respuesta, la fase de retardo y la fase de elección.

En la fase de respuesta, el animal realiza una elección (por ejemplo, girar a la izquierda o a la derecha) y recibe una recompensa si la elección cumple con el criterio de alternancia. Inmediatamente después, comienza la **fase de retardo**. Esta fase es crucial y se caracteriza por un período de tiempo predefinido (que puede variar de segundos a minutos) durante el cual el animal es retirado del área de elección o se le impide el acceso a ella. Durante este retardo, el animal debe mantener activamente la información sobre su respuesta previa en su memoria de trabajo, sin la ayuda de estímulos externos o claves sensoriales. La duración del retardo es la principal variable experimental que se manipula para probar el límite de la memoria de trabajo.

Finalmente, la fase de elección permite al animal retornar al punto de decisión. Una respuesta correcta se define como la elección de la ubicación opuesta a la elegida inmediatamente antes del retardo. Los fallos en la tarea, a menudo denominados **errores de perseveración**, ocurren cuando el animal repite la respuesta anterior, indicando una incapacidad para actualizar la memoria de trabajo o una deficiencia en la inhibición de la respuesta dominante. La métrica principal utilizada para cuantificar el rendimiento es el porcentaje de respuestas correctas a lo largo de múltiples ensayos, lo que ofrece una medida cuantitativa de la eficiencia del procesamiento de la información a corto plazo.

3. Bases Neurobiológicas y Circuitos Clave

La investigación mediante el paradigma RAD ha sido instrumental para delinear la anatomía funcional de la memoria de trabajo, señalando consistentemente la importancia crítica de la [Corteza Prefrontal](#) (CPF). En primates y roedores, las lesiones o la inactivación temporal de áreas específicas de la CPF resultan en déficits profundos en el rendimiento de la tarea RAD, especialmente cuando el intervalo de retardo se extiende. Se postula que las neuronas en la CPF exhiben una actividad sostenida y persistente durante el intervalo de retardo, actuando como un "búfer" neuronal que mantiene la representación del estímulo o de la respuesta pasada, un mecanismo conocido como **actividad de disparo persistente**, esencial para el almacenamiento activo de la información.

No obstante, el éxito en el RAD no es una función exclusiva de la CPF; requiere la integración con otras estructuras subcorticales y corticales. El circuito que sustenta esta función incluye la interacción robusta entre la CPF, el [Cuerpo Estriado](#) (parte de los ganglios basales) y el Tálamo, formando un bucle frontoestriatal. El Estriado parece desempeñar un papel en la codificación de la regla de alternancia y en la selección de la respuesta motora, mientras que la CPF se encarga del mantenimiento cognitivo y la manipulación de la información espacial durante el retardo. La coordinación de estas áreas asegura tanto el recuerdo de la ubicación anterior como la correcta

ejecución motora de la alternancia.

Además, la integridad del [Hipocampo](#), aunque clásicamente asociado a la memoria episódica a largo plazo, también puede influir indirectamente en el rendimiento del RAD, especialmente en tareas que involucran componentes de navegación espacial o cuando el retardo es particularmente prolongado. Esto sugiere que, para intervalos de retardo más largos, puede ser necesaria una transferencia o consolidación parcial de la información de trabajo a sistemas de memoria más robustos, indicando una compleja interacción funcional entre los distintos sistemas de memoria para sostener la información relevante a lo largo del tiempo.

4. Historia y Contexto Intelectual

El concepto de tareas de retardo, de las cuales el RAD es un subconjunto específico, tiene raíces profundas en la psicología experimental y la neuropsicología del siglo XX. El trabajo pionero de Karl Lashley en la década de 1930, y posteriormente los estudios de Jacobsen, utilizando monos con lesiones cerebrales, fue fundamental para establecer la Corteza Prefrontal como la sede principal de las funciones de memoria de trabajo necesarias para estas tareas. Estos estudios iniciales demostraron que la capacidad de respuesta retardada era extremadamente sensible a las lesiones prefrontales, proporcionando una base empírica ineludible para el estudio de la cognición ejecutiva en primates.

La formalización del paradigma de la Respuesta Alternada Retardada como una herramienta estándar para la investigación neurobiológica se consolidó en las décadas posteriores, particularmente con el auge de la electrofisiología. Los experimentos seminales de Fuster y Alexander en la década de 1970, que registraron la actividad neuronal de la CPF en primates mientras realizaban tareas de retardo, proporcionaron la primera evidencia directa de la actividad persistente neuronal que correlaciona con el mantenimiento de la información durante el intervalo de retardo. Este hallazgo confirmó la hipótesis de que la [memoria de trabajo](#) no es una función pasiva sino un proceso activo de "disparo" neuronal sostenido.

Hoy en día, el RAD sigue siendo un pilar metodológico, aunque ha evolucionado considerablemente. La introducción de variantes como la alternancia espacial retardada (DSA) y el uso de la tarea en combinación con técnicas modernas de imagen cerebral (fMRI) o manipulación genética (optogenética) ha permitido una disección mucho más fina de los circuitos neuronales. Esta evolución ha trascendido la mera localización anatómica para enfocarse en la dinámica temporal de la codificación y el mantenimiento de la memoria de trabajo, permitiendo a los investigadores manipular la actividad neuronal en tiempo real para observar sus efectos causales en el rendimiento cognitivo.

5. Significado Clínico y Experimental

La Respuesta Alternada Retardada posee un significado clínico considerable, ya que las deficiencias en el rendimiento de la tarea a menudo reflejan disfunciones en la memoria de trabajo y el control ejecutivo, síntomas centrales en diversas patologías neuropsiquiátricas y neurodegenerativas. Por ejemplo, modelos animales de la [Enfermedad de Alzheimer](#), la Esquizofrenia, la Enfermedad de Parkinson y el Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH) frecuentemente exhiben un rendimiento deteriorado en el RAD. Específicamente, el aumento de los errores de perseveración se considera un marcador clave de la disfunción prefrontal asociada con la pérdida de flexibilidad cognitiva y la incapacidad para cambiar de estrategia.

En el ámbito experimental, el RAD es crucial para la evaluación de la eficacia de tratamientos farmacológicos y genéticos. Si un compuesto o una manipulación genética está diseñado para mejorar la función cognitiva, el rendimiento del sujeto en la tarea RAD es una de las principales métricas utilizadas para determinar el éxito terapéutico. La especificidad de la tarea para la memoria de trabajo espacial permite a los investigadores aislar este dominio cognitivo de otras funciones, como la memoria de referencia o la memoria asociativa, proporcionando una medida limpia y cuantificable del déficit o la mejora funcional observada.

Además, la manipulación de las reglas de la tarea, como la introducción de un cambio en la contingencia de recompensa o la adición de distractores durante el intervalo de retardo, permite a los científicos estudiar la **flexibilidad cognitiva** y la resistencia a la interferencia. Estos elementos son fundamentales para comprender cómo el cerebro gestiona la información en entornos dinámicos y ruidosos, lo que subraya la versatilidad del paradigma RAD como herramienta de diagnóstico y descubrimiento, especialmente en la búsqueda de biomarcadores y objetivos terapéuticos para trastornos cognitivos.

6. Críticas y Limitaciones

Aunque el paradigma de la Respuesta Alternada Retardada es invaluable para la neurociencia cognitiva, no está exento de críticas y limitaciones metodológicas que deben ser consideradas cuidadosamente al interpretar los resultados. Una de las principales preocupaciones es la posible confusión entre un déficit genuino de la memoria de trabajo y un déficit de motivación o de rendimiento motor. Un animal que realiza mal la tarea podría estar simplemente menos motivado por la recompensa o tener dificultades motoras específicas, en lugar de una incapacidad inherente para mantener la información en la memoria. Los protocolos modernos buscan mitigar esta limitación utilizando ensayos de control y variando los tipos de recompensa y las exigencias motoras para descartar explicaciones alternativas.

Otra limitación importante reside en la interpretación de los **errores de perseveración**. Si bien

estos errores son altamente indicativos de disfunción prefrontal, también pueden reflejar una falla en la comprensión de la regla de alternancia o una simple preferencia por el lado previamente recompensado (un sesgo de respuesta). Distinguir con precisión entre una falla de la memoria de trabajo (el olvido de la ubicación previa) y una falla del control ejecutivo (la incapacidad para inhibir la respuesta repetitiva dominante) sigue siendo un desafío interpretativo en muchos estudios, requiriendo un diseño experimental meticuloso para desambiguar las causas subyacentes del bajo rendimiento.

Finalmente, existe una crítica relacionada con la validez ecológica del RAD. La tarea, aunque rigurosa y controlada, es altamente artificial y simplificada en comparación con las demandas cognitivas del mundo real. La extrapolación de los hallazgos obtenidos en laberintos de dos brazos a la complejidad de la toma de decisiones y la memoria en la vida natural de un animal requiere cautela. Por esta razón, el RAD a menudo se complementa con tareas que miden otros aspectos de la memoria espacial y ejecutiva, como la tarea de [Respuesta No-Alternada Retardada](#) (DNRA) o el laberinto de Barnes, para obtener una visión más holística y ecológicamente válida de la función cognitiva.

7. Lecturas Adicionales

[Memoria de trabajo \(Wikipedia\)](#)

[Delayed response task \(Wikipedia\)](#)

[Corteza Prefrontal \(Wikipedia\)](#)