



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN PSICOLOGÍA
NEUROCIENCIAS DE LA CONDUCTA

**LA COOPERACIÓN EN EL RASTREO VISUAL DE OBJETOS: DIFERENCIAS ENTRE EL
RENDIMIENTO INDIVIDUAL Y COLECTIVO DE JÓVENES UNIVERSITARIOS**

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
DOCTOR EN PSICOLOGÍA

PRESENTA:
RICARDO IVÁN BRAVO CHÁVEZ

TUTOR PRINCIPAL:
JUAN FELIPE SILVA PEREYRA
FESI IZTACALA, UNAM

MIEMBROS DEL COMITE TUTOR
JORGE BOSCH BAYARD
INSTITUTO DE NEUROBIOLOGÍA, UNAM
ROLANDO JOSÉ BISCAY LIRIO
CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATEMÁTICAS
BRUNO LARA GUZMAN
CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS, UAEM
THALÍA FERNANDEZ HARMONY
INSTITUTO DE NEUROBIOLOGÍA, UNAM

LOS REYES IZTACALA, TLALNEPANTLA, ESTADO DE MÉXICO, MARZO 2024



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

A la educación laica y gratuita en México, especialmente a la Universidad Nacional Autónoma de México y al Consejo Nacional de Humanidades Ciencias y Tecnología (CONAHCYT)

RESUMEN

En un estudio de comparación intra-sujetos, 38 jóvenes universitarios realizaron una tarea de rastreo visual de objetos de manera individual y como miembros de una díada. La tarea se llevó a cabo en dos niveles de dificultad, con 4 y 6 objetivos a rastrear respectivamente. De cada participante se obtuvo el estimado de su coeficiente intelectual medido a través de la escala de Shipley-II y rasgos de la personalidad de acuerdo al modelo de los 5 grandes factores de personalidad (NEO-PI R), con el propósito de indagar si características individuales podrían influir en el rendimiento colectivo. El porcentaje de aciertos de los participantes como miembros de una díada, superó el porcentaje de aciertos de los mismos individuos en solitario. Se observó una interacción entre condición y nivel de dificultad, con un mayor porcentaje de aciertos en las díadas y dificultad baja. No obstante, las díadas fueron considerablemente más lentas, con un efecto principal de condición en el tiempo de respuesta. El razonamiento fluido fue un predictor significativo del rendimiento de díadas en un modelo de regresión lineal múltiple. Rasgos de personalidad como la amabilidad, neuroticismo y apertura, predijeron significativamente la ganancia en rendimiento de las díadas. La cooperación es fundamental para el correcto funcionamiento de una sociedad, paradójicamente sabemos muy poco sobre ella y las condiciones que podrían hacer actividades concretas, como el rastreo de objetos más eficientes. Resumimos los hallazgos señalando que la cooperación tiene beneficios y costos asociados, características individuales podrían favorecer o entorpecer la cooperación.

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES	3
Búsqueda visual de objetos	3
Rastreo visual de objetos	6
Carga de trabajo	8
¿Qué nos hace cooperar?	11
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
Justificación	16
Objetivos	17
Preguntas de Investigación	17
Hipótesis	17
MÉTODO	18
Participantes	18
Materiales	19
Procedimiento	21
RESULTADOS	25
Diferencias entre condición y nivel de dificultad	25
Modelos estructurales bayesianos de series de tiempo	25
Personalidad, cognición y ganancia en rendimiento	30
Personalidad, cognición y ganancia en tiempo de respuesta	31

DISCUSIÓN	33
CONCLUSIONES	37
REFERENCIAS	38
APÉNDICE A: DATOS NUMÉRICOS	48
APÉNDICE B: ABREVIATURAS	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variables y definiciones operacionales	20
Tabla 2. Componentes principales de los 5 factores NEO PI-R	24

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Rastreo visual de objetos	21
Figura 2. Configuración experimental	22
Figura 3. Gráfica de interacción para el rendimiento y tiempo de respuesta	26
Figura 4. Modelo causal temporal para el porcentaje de aciertos (dificultad baja)	27
Figura 5. Modelo causal temporal para el tiempo de respuesta (dificultad baja)	28
Figura 6. Modelo causal temporal para el porcentaje de aciertos (dificultad alta)	29
Figura 7. Modelo causal temporal para el tiempo de respuesta (dificultad alta)	30

INTRODUCCIÓN

Muchas actividades que llevamos a cabo de manera cotidiana y en el ámbito profesional requieren de la búsqueda o rastreo visual de objetos. Los ejemplos son diversos, desde el cuidado de infantes en un área de juegos, hasta los deportes y la conducción de vehículos. En muchas ocasiones, es preciso mantener el seguimiento de objetos que se mueven de forma independiente y cambian de posición con el tiempo, como en el control del tráfico aéreo o en ejercicios militares. Debido a los límites en nuestra capacidad de procesamiento visoespacial, seguir todas y cada una de las trayectorias de objetos en movimiento es costoso en términos de recursos atencionales y propenso a errores, al confundirlos o perderlos de vista (Drew et al., 2013).

Una forma de reducir la dificultad asociada al seguimiento de múltiples objetos es distribuir la carga de trabajo entre los miembros de un equipo (Wahn, 2016). Al respecto, diversos estudios sugieren que dos o más personas podrían llevar a cabo un mejor rastreo visual de objetos, que una sola persona y así obtener un beneficio colectivo o beneficio de grupo (Wahn et al., 2017, 2020, 2023). Estudios sobre atención visual en tareas colaborativas, sugieren que la retroalimentación y el compartir información de acciones propias y ajenas, son actividades indispensables para la coordinación, que impactan de manera positiva en el rendimiento colectivo (S. E. Brennan et al., 2008; Wahn et al., 2017). No obstante, son poco claras las medidas en que el rendimiento colectivo mejora con respecto del individual, las posibles diferencias en función de la carga de trabajo y las características individuales que podrían favorecer o entorpecer el rendimiento de equipo.

La presente tesis tiene como propósito comparar el rendimiento individual con el el rendimiento colectivo (díadas) de jóvenes universitarios en una tarea de rastreo visual de objetos. A diferencia de estudios similares, los participantes contestaron la tarea de manera presencial y en un espacio físico compartido, simulando un ambiente de mayor validez ecológica. Los participantes fueron libres de intercambiar información en tiempo real y coordinarse para la implementación de estrategias que podrían conducir a mejores resultados en el rendimiento colectivo. La tarea se llevó a cabo en dos niveles de dificultad; de alta y baja carga de trabajo. Las diferencias en la

carga de trabajo podrían ofrecer perspectivas sobre qué condiciones son necesarias para superar las limitaciones individuales y fomentar el trabajo colectivo. Finalmente, se buscó identificar las características individuales que podrían estar asociadas al rendimiento de colectivo.

ANTECEDENTES

Debido a limitaciones de procesamiento atencional, cuando observamos una escena visual y seguimos un objeto con la mirada, seleccionamos los atributos más sobresalientes de acuerdo con sus propiedades físicas (color, forma, tamaño, etc.), o bien, con las características más relevantes para nuestro comportamiento y/o metas (Chun et al., 2011; Itti et al., 1998). A medida que una escena visual se vuelve más compleja o cuando hay más de un objeto a seguir, las demandas requeridas para la tarea incrementan (Lavie, 2005) y como consecuencia se ve afectado el rendimiento (Alvarez & Franconeri, 2007) y se incrementa la dificultad percibida (Mandrick et al., 2013), observándose un correlato entre las demandas atencionales y su sustrato fisiológico (Drew et al., 2013; Rauss et al., 2011; Sternsheim et al., 2011).

Una forma de sortear los límites en la capacidad de procesamiento atencional es el trabajo en equipo (Wahn, 2016). Diversos estudios sugieren que dos o más personas podrían llevar a cabo de manera más eficiente la búsqueda (S. E. Brennan et al., 2008; Morley, 2016; Szymanski et al., 2017) y rastreo visual de objetos (Wahn et al., 2017, 2021, 2023) que una sola. Durante estas actividades los miembros del equipo deben adaptarse y coordinarse en tiempo real para cumplir con sus metas y objetivos (Cooke et al., 2012); sin embargo, poco se sabe sobre las diferencias individuales que permiten a sus miembros colaborar de manera eficiente, ya sea porque limitan o controlan en gran medida la comunicación de los participantes, o porque las actividades se llevan a cabo de manera remota y no toman en cuenta la dificultad de la tarea. A lo largo de este capítulo retomaré los hallazgos más importantes en el campo de tareas visoespaciales colaborativas y señalaré la necesidad de tomar en consideración características individuales, contextuales y de dificultad en la tarea.

Búsqueda Visual De Objetos

Actividades cotidianas como buscar a un amigo dentro de una multitud o las llaves del coche requieren distinguir objetivos mezclados entre un conjunto de distractores. En condiciones

de laboratorio, la búsqueda visual se lleva a cabo a través de tareas computarizadas, que requieren identificar características primarias en un área de búsqueda constreñida (Wolfe, 2020). Aun así, muchos participantes muestran un pobre rendimiento, situación que plantea desafíos para una búsqueda visual rápida y precisa en la vida real. Una forma de incrementar la velocidad y eficiencia de la búsqueda visual es a través de la labor colectiva y el trabajo en equipo. Diversos estudios sugieren que el trabajo en equipo podría incrementar el rendimiento y disminuir el tiempo de búsqueda. Particularmente, escenarios profesionales que requieren del rescate, reconocimiento y vigilancia, podrían beneficiarse de su estudio (Morley, 2016).

A finales de la década de los 60's Hornseth y Davis (1967) incursionaron en la búsqueda visual colaborativa. A pesar de los vacíos teóricos y limitantes tecnológicas, implementaron una tarea de búsqueda visual utilizando fotografías de tomas aéreas y un arreglo de I's entre T's dentro de una matriz. Los participantes llevaron a cabo la tarea en parejas y reportaron las coordenadas del objetivo para finalizar con la búsqueda. Además de ofrecer una solución perspicaz ante un problema complejo, Hornseth y Davis plantearon por vez primera la forma de trabajo y posibles resultados de la búsqueda. De acuerdo con ellos, la búsqueda en equipo podría llevarse a cabo bajo una estrategia de división del trabajo o de búsqueda independiente. De hecho, esta idea sentaría las bases sobre discusiones modernas.

Cuarenta años después S. E. Brennan et al. (2008) llevaron a cabo una de las investigaciones más influyentes sobre la búsqueda visual colaborativa. En su estudio, los participantes realizaron la tarea de buscar O's entre Q's de manera individual y en parejas. Las parejas se encontraban físicamente distantes y compartían información a través de una computadora personal. Utilizaron un micrófono para la información verbal y un dispositivo de rastreo ocular para identificar la mirada del compañero en la pantalla. Durante el trabajo en parejas, se exploraron tres condiciones experimentales distintas (intercambio de información visual, verbal y una combinación de ambas). Como resultado, la búsqueda en pareja mostró un menor tiempo de respuesta (TR) que la búsqueda individual. Sorprendentemente, la condición más relevante para hacer una búsqueda más eficiente (es decir, más rápida) fue el intercambio de información visual; la búsqueda en parejas fue casi el

doble de rápida en comparación con la búsqueda individual.

Como lo señalaron Hornsath y Davis (1967) había la posibilidad de que la búsqueda visual colaborativa se llevara a cabo como un procesamiento independiente y en paralelo por cada uno de los participantes, sin necesidad de que interactuaran entre sí. Para descartar esta posibilidad, A. A. Brennan y Enns (2014) llevaron a cabo un experimento usando una variante de la búsqueda visual colaborativa y aplicaron el *Modelo de Desigualdad de Competencia* de Miller (1982). En estudios sobre integración multisensorial, cuando un estímulo se presenta de manera simultánea en dos modalidades sensoriales distintas, el TR promedio suele ser menor que cuando se presenta en cada una de las modalidades sensoriales de forma independiente. A esto se le conoce como efecto de redundancia. Para Raab (1962), el efecto de redundancia es consecuencia de una facilitación estadística, donde el estímulo que se procesa más rápido ensayo por ensayo provoca la respuesta y “gana” la competencia. En otras palabras, la función de distribución del TR para estímulos redundantes nunca es mayor a la suma de las distribuciones del TR para los estímulos en lo individual (Colonius & Diederich, 2006). Una violación en la predicción del modelo de competencia se interpreta entonces como un mecanismo de coactivación o suma de capacidad de procesamiento.

Al extrapolar los hallazgos de integración multisensorial con el trabajo en equipo, podríamos comparar a cada uno de los participantes con una modalidad sensorial distinta. Luego entonces, podríamos inferir si el beneficio colectivo es producto del rendimiento individual, donde la respuesta de equipo es producto de una competencia entre el miembro (“modalidad sensorial”) más rápido ensayo por ensayo, o bien existe un procesamiento posterior que integra la capacidad de respuesta de ambos. Nuevamente, una violación a la predicción del modelo de competencia aportaría evidencia en favor de una coactivación, es decir una suma en la capacidad de respuesta o esfuerzo colectivo. Los resultados en el estudio de A. A. Brennan y Enns (2014) demuestran que el rendimiento de equipo supera el rendimiento previsto de los participantes al asumir un procesamiento independiente (paralelo) y por lo tanto la mejoría en rendimiento puede atribuirse a un esfuerzo colectivo.

Si bien diversos estudios sugieren un mejor rendimiento de equipo en comparación con

el rendimiento individual, la evidencia y análisis de los resultados depende en gran medida del procesamiento de datos a posteriori, pues el tiempo de la búsqueda es el principal indicador de rendimiento. Por lo tanto, el siguiente paso para comprender cómo logran coordinarse los miembros de grupo y qué condiciones les permiten un mayor beneficio en el rendimiento colectivo es el diseño de tareas experimentales presenciales, el intercambio de información sin restricciones e indicadores objetivos de la participación de los miembros de equipo, como la conducta. A la fecha, diversos estudios sobre búsqueda visual colaborativa indagan sobre las estrategias de equipo durante la búsqueda (Bravo-Chávez et al., 2023; S. E. Brennan et al., 2008; Devlin et al., 2019; Siirtola et al., 2019), los efectos del intercambio de información en la magnitud del beneficio de grupo (S. E. Brennan et al., 2008; Malcolmson et al., 2007; Niehorster et al., 2018; Wahn et al., 2020), la relación de características individuales y las características contextuales o de afiliación social con el rendimiento de grupo.

Rastreo Visual De Objetos

A diferencia de la búsqueda visual, donde los elementos permanecen estacionarios, el rastreo visual requiere identificar y seguir la trayectoria de múltiples objetivos que se mueven de manera independiente y cambian de posición con el tiempo. En apariencia la tarea parece sencilla sin embargo es altamente compleja. Basta con pensar en un ejemplo de la vida cotidiana, como perder de vista a un par de amigos dentro de una multitud en movimiento. Tarea que se complica aún más cuando las personas comparten características similares, como en un evento con código de vestimenta. Añadir un objeto más a la tarea (otro amigo) puede sobrepasar fácilmente nuestras habilidades, percibiendo un mayor grado de dificultad en la tarea y afectando nuestro rendimiento.

Uno de los paradigmas experimentales más utilizados en el laboratorio para estudiar el rastreo visual es el “Multiple Object Tracking”, MOT por sus siglas en inglés (Pylyshyn & Storm, 1988). La tarea comienza con la presentación estacionaria de n cantidad de objetos en la pantalla. Los objetos son indistinguibles unos de otros, hasta la selección aleatoria de un subconjunto, que corresponde a los objetivos. Los objetivos vuelven a confundirse con el resto de los objetos en

pantalla y comienzan a moverse en trayectorias diferentes, siguiendo una línea recta o movimiento browniano. En este momento el participante debe seguir la mayor cantidad de objetivos que pueda con la mirada. Al término de un intervalo fijo de tiempo, se pide al participante identificar los objetivos (véase figura 1). Se trata de una tarea altamente compleja y requiere de un ejercicio continuo de atención visual, atención espacial y memoria de trabajo (Oksama & Hyönä, 2004).

La dificultad de la MOT puede manipularse de manera paramétrica incrementando la cantidad de objetos a seguir, cantidad de elementos en la pantalla, tiempo de seguimiento o la velocidad de desplazamiento (Meyerhoff et al., 2017). Los efectos de tales manipulaciones pueden evaluarse en el rendimiento de los participantes, principalmente en la cantidad de objetivos correctamente identificados, el porcentaje o el cálculo de la capacidad de rastreo (véase Hulleman (2005)). Además, se puede manipular la carga atencional manteniendo fija la carga perceptiva; es decir, se puede aumentar el número de objetivos a rastrear (o algún otro parámetro) manteniendo fijo el número total de objetos en la pantalla (Wahn et al., 2017).

Una observación consistente en distintos estudios que utilizan la MOT, es la disminución en rendimiento a medida que se incrementa la dificultad en la tarea (Alvarez & Franconeri, 2007; Howard et al., 2021). Además, al mantener fijos los parámetros el rendimiento parece ser estable en el tiempo (Alnaes et al., 2014), con poco o nulo efecto de práctica y transferencia (Harris et al., 2020). Otros estudios respaldan que el incremento de dificultad en la MOT está relacionado con una disminución en el rendimiento y cambios en otros indicadores fisiológicos de dificultad percibida, como el tamaño de la pupila (Hulleman, 2005; Oksama & Hyönä, 2004) o la actividad eléctrica (Drew et al., 2013; Sternsheim et al., 2011) y metabólica del cerebro (Alnaes et al., 2014; Howe et al., 2009; Kolskär et al., 2020). Luego entonces, entender las causas y límites en el rendimiento de las personas es un elemento clave que podría conducir a un mejor desempeño o a la previsión de un bajo rendimiento en escenarios desfavorecidos, no solo en la MOT.

Una forma de sortear los límites de la atención es el trabajo en equipo. Bajo esta premisa, Wahn et al. (2017) diseñaron una versión colaborativa de la MOT. Establecieron tres condiciones experimentales distintas, donde manipularon la información que recibían las parejas a través de

la retroalimentación, la selección de los objetivos o una combinación de ambas. De acuerdo con los resultados, el rendimiento de las parejas fue superior al rendimiento individual, con un mayor rendimiento en función de la cantidad de información disponible, es decir, en la condición combinada. Interpretaron sus hallazgos como una oportunidad para el estudio de tareas colaborativas que requieren de intercambio mínimo de información o que son críticas en el tiempo. Asimismo, la selección de los objetivos de cada uno de los participantes mostró un menor grado de superposición en la condición combinada, sugiriendo una estrategia de división del área de búsqueda. Un punto importante a señalar es que las parejas no se encontraban en un mismo espacio físico y su participación fue remota a través de una computadora.

Wahn et al. (2021) realizaron nuevos análisis a su estudio original para demostrar cómo el intercambio de información se asocia con el rendimiento de grupo. Primero distinguieron entre dos clasificaciones de ganancia en rendimiento: el beneficio colectivo, que se refiere a la ganancia que se obtiene por el simple hecho de trabajar con otra persona, y el beneficio colaborativo, es decir, la ganancia que depende de la interacción entre los miembros del equipo. Posteriormente indagaron si el beneficio colaborativo incrementa a medida que se comparte mayor cantidad de información. Los resultados son similares a los de su estudio original, sin una relación aparente entre mayor información y rendimiento; no obstante, al utilizar un análisis de series de tiempo, encontraron que una mayor cantidad de información sí afectó la rapidez con que los participantes alcanzaron un mejor rendimiento. Estudios posteriores del mismo equipo de trabajo sugieren que la información, semejanzas entre el rendimiento individual y características individuales como el grado de empatía de los participantes podrían explicar gran cantidad de la varianza en el rendimiento utilizando un modelo de regresión lineal múltiple (Wahn et al., 2023).

Carga De Trabajo

La capacidad general de asignar recursos cognoscitivos para cumplir con las demandas de una tarea se conoce como carga de trabajo. Los recursos son finitos y su gasto depende de factores internos y externos, así como la forma en que se hace frente a tales demandas (Para una revisión

véase Hancock et al. (2021)). Puede referirse también a la cantidad de trabajo realizado en un límite de tiempo o la manipulación deliberada de fuentes adicionales información en el rendimiento de una tarea (Haupt et al., 2013). Debido a que el desempeño humano es crítico en diversas actividades y/o escenarios, entender las características, causas y límites de la carga de trabajo a nivel individual y de equipo podría ofrecer perspectivas sobre su manejo.

Existe una gran cantidad de estudios sobre la carga de trabajo a nivel individual, no obstante los estudios sobre carga de trabajo de equipo no han madurado a la par. Inicialmente se adaptaron de teorías existentes, haciendo énfasis en el manejo y distribución de recursos en función de las demandas de una tarea (Funke et al., 2011). Una de las primeras propuestas es el modelo aditivo (Bowers et al., 1997). Este modelo es visto como un paradigma tipo tarea dual, es decir, los miembros del equipo participan simultáneamente en dos categorías de actividades; aquellas relacionadas con la tarea misma y aquellas relacionadas con el trabajo en equipo. Las actividades asociadas a la tarea incluyen la relación del equipo con las herramientas, máquinas y/o sistemas, mientras que el trabajo en equipo se refiere a las interacciones con otras personas, patrones de comunicación y coordinación. Por lo tanto, la carga de trabajo se expresa en la relación entre la tarea y el trabajo en equipo (Sellers et al., 2014).

Los modelos de niveles múltiples son otra propuesta para el estudio de la carga de trabajo de equipo. Describen cómo las características de una tarea y el entorno se combinan e interactúan a nivel individual y grupal en procesos emergentes que afectan la capacidad del equipo (Bedwell et al., 2013; Kozlowski & Klein, 2000). Un aspecto crítico es la adaptabilidad, que permite responder tan rápido y preciso como sea posible a los cambios en el flujo de información, a través de un procesamiento ascendente *bottom-up* o descendente *top-down*. Es decir los equipos pueden detectar cambios en el rendimiento o implementar estrategias que afecten el mismo durante la marcha (Rosen et al., 2011).

Un ejemplo más son los modelos de catástrofe de cúspide (Guastello, 2016). En el estudio de sistemas dinámicos, se clasifica a diversos fenómenos con base en cambios bruscos de comportamiento (eventos discontinuos), derivados de cambios pequeños en parámetros de control

(Arnold, 1994). En un equipo, los miembros pueden adaptarse a la carga de trabajo para mantener niveles de rendimiento deseados, sin embargo, hasta cierto punto, el potencial de adaptación desaparece y se produce una caída catastrófica en rendimiento. Guastello et al. (2019) desarrollaron modelos para carga de trabajo y fatiga en el rendimiento de equipos que compararon posteriormente con modelos lineales. Los modelos de catástrofe de cúspide resultaron más precisos al describir tendencias en comparación con los modelos lineales.

En resumen, los modelos aditivos son populares debido a su facilidad de comprensión e implementación, pero son demasiado simplistas al no considerar procesos de pérdida o costos asociados al trabajo en equipo (Steiner, 1966). Los modelos de niveles múltiples, establecen una relación cuidadosa entre la tarea, el ambiente y el equipo, pero no establecen una labor conceptual sobre la carga de trabajo de equipo. Por otra parte los modelos de catástrofe de cúspide muestran la efectividad de modelos no lineales para describir tendencias en rendimiento. Sin embargo, adolecen de una propuesta teórica al igual que los modelos de niveles múltiples. La complejidad inherente a la definición y operacionalización de la carga de trabajo de equipo trae por consecuencia el uso de soluciones *ad-hoc*.

Recientemente Y. Zhang et al. (2023) elaboraron una propuesta conceptual a partir del análisis de la literatura científica, donde definen a la carga de trabajo de equipo como “el esfuerzo total que se emplea en los procesos implicados durante la ejecución de una tarea en equipo” (p.4). Se trata de una propuesta conceptual integrada y multidimensional que requiere del esfuerzo de todos los miembros de un grupo para la ejecución de actividades y consecución de metas. En su propuesta identifican cuatro dimensiones, cada una con diferentes procesos. La primera dimensión son las actividades centradas en la tarea; como su nombre lo sugiere involucra el rendimiento en la tarea, el monitoreo y progreso de la misma. Las actividades inducidas por la tarea representan la segunda dimensión; trata sobre las actividades de comunicación, coordinación, consciencia situacional y comportamientos de respaldo. La tercera dimensión es la respuesta a la situación que incluye la adaptabilidad y toma de decisiones. Finalmente se encuentra el mantenimiento y desarrollo del equipo, que contempla actividades como el manejo de conflicto, la motivación y la

anticipación a las necesidades de los miembros del equipo (Para una descripción completa véase Y. Zhang et al. (2023)).

A pesar del acierto de Y. Zhang et al. (2023) para elaborar una definición nominal de la carga de trabajo de equipo y sus esfuerzos por clasificar los componentes y procesos que a su juicio son los más representativos (cuatro dimensiones y 36 procesos) permanece el problema de la medición. En lo individual, la carga de trabajo suele medirse a través del rendimiento, escalas subjetivas y medidas fisiológicas (Longo et al., 2022). La preferencia de un indicador sobre otro depende del tipo de tarea y consideraciones prácticas de un estudio, no obstante, se incentiva a que se incluya más de un indicador (Hancock et al., 2021).

¿Qué Nos Hace Cooperar?

Hace más de medio siglo Vigostky desarrolló su tesis sobre la influencia de la cultura y la cooperación en el desarrollo de los procesos cognoscitivos (Moll & Tomasello, 2007; Vygotsky, 1978). Tomasello retomó algunos de los supuestos de Vigotsky y a través de estudios comparativos, llegó a la conclusión que tanto primates humanos como no humanos rara vez actúan en solitario. De hecho, muchas de las actividades que realizan tienen un origen social, donde conductas y/o procesos mentales emergen o se modifican en la interacción con otros miembros de su especie. Lo anterior parece ser una observación recurrente en perspectivas modernas de las ciencias cognoscitivas, donde se afirma que el entorno social, físico y características del cuerpo de agentes juegan un papel importante en el desarrollo de dichos procesos (Gonzalez-Grandón & Froese, 2018).

Para Tomasello, los primates humanos, a diferencia de otras especies, sobresalen por su capacidad de construir recursos cognoscitivos complejos con base en el aprendizaje social. Principalmente a través de la imitación, la impartición de conocimiento y el aprendizaje colaborativo (Tomasello et al., 1993, 2005). Artefactos culturales como sistemas de símbolos e instituciones son ejemplos de la cooperación y el trabajo en equipo. Incluso formas simples de interacción social parten del supuesto de una relación dinámica, interdependiente y adaptable hacia objetivos o metas en común (Canónico et al., 2019).

La principal hipótesis sobre el origen evolutivo de la cooperación sugiere que conductas de grupo como el forrajeo, la caza y la crianza se encuentran estrechamente implicadas en su desarrollo (Melis & Semmann, 2010; Nowak, 2006). La interdependencia entre tales comportamientos, además de ofrecer una ventaja en cuanto a la supervivencia de la especie, permitió a los humanos alcanzar metas y objetivos que de otro modo no habrían logrado por sí mismos (Tomasello & Gonzalez-Cabrera, 2017; Tomasello et al., 2012). La cooperación promueve el bienestar grupal, no obstante, en algunos casos puede resultar costoso para los individuos involucrados, produciendo un dilema; ¿Cuánto costo están dispuestos a pagar los individuos para beneficiar a otros miembros del grupo? (Curioni, 2022). Al respecto, paradigmas experimentales como el dilema del prisionero y los juegos de distribución de bienes tratan de explicar esta situación.

La cooperación no puede explicarse solamente por el hecho de obtener una ventaja grupal, de hecho, comportamientos de carácter social en los cuales nos involucramos a diario difícilmente proporcionan una recompensa medible inmediata. Al respecto, diversas teorías sugieren que los beneficios de la cooperación son diferidos y de carácter social, donde tiene mayor peso la afiliación, reputación, estatus social o la promesa de reciprocidad en el futuro que los beneficios inmediatos (Curioni, 2022; Fehr & Fischbacher, 2004). Otra posible explicación es que la cooperación minimiza los costos psicológicos y materiales en la toma de decisiones o bien facilita lidiar con las consecuencias negativas en la toma de decisiones.

Desde una perspectiva cognoscitiva, cuando se llevan a cabo actividades en conjunto con otras personas, se requiere de la predicción de acciones propias y ajenas, para tratar de entender lo que otros harán a continuación y ajustar el comportamiento en consecuencia, coordinando espacio y tiempo para la consecución de objetivos específicos (Sebanz et al., 2006; Vesper et al., 2010). Al respecto, una variedad de disciplinas científicas, a través de diversos enfoques, niveles de procesamiento y mediciones tratan de realizar aportes para la comprensión de los mecanismos de percepción y acción en contextos sociales (van der Wel et al., 2021). Lo anterior se conoce como *acción conjunta* o *joint action*.

Los costos asociados de la acción conjunta son principalmente de coordinación. Aún las

actividades grupales que parecen ocurrir sin mayor esfuerzo requieren coordinar acciones entre sujetos, participar en cálculos como la predicción, monitoreo, representación de metas y objetivos. Además, la coordinación requiere del intercambio de información para comunicar objetivos e intenciones y así ajustar las acciones conforme ocurren en el tiempo. En cuanto a sus beneficios, no sólo se encuentran la consecución de metas y objetivos, sino también un incremento en rendimiento, la diversidad en la toma de decisiones y la gratificación que producen las actividades sociales.

¿Cómo Afectan Características Individuales a La Cooperación?

Como se revisó en las secciones 2.1 y 2.2 algunas de las características descritas de la cooperación tales como la coordinación, comunicación y retroalimentación se asocian con el rendimiento en tareas visoespaciales (Bahrami et al., 2010; A. A. Brennan & Enns, 2015; Wahn et al., 2017). Es innegable que la dinámica de grupo influye en gran medida el actuar de los individuos inmersos en situaciones sociales, sin embargo, características individuales también se encuentran en estrecha relación con los desenlaces de actividades grupales. Al respecto, características individuales como los rasgos de personalidad, habilidades cognoscitivas y la relación entre los miembros de un grupo podrían influenciar los desenlaces de actividades cooperativas e intenciones y así ajustar las acciones conforme ocurren en el tiempo.

La personalidad se suele definir como una colección relativamente estable en el tiempo y situaciones de patrones de pensamiento, emoción y conducta (Novikova & Vorobyeva, 2019). Variaciones en distintos rasgos de personalidad podrían asociarse con la forma en que las personas trabajan de manera colectiva. El modelo de los cinco grandes factores de la personalidad (*Big Five* por sus siglas en inglés BF) es uno de los más socorridos, robustos y con poca variación entre culturas y regiones geográficas (Habashi et al., 2016; Xie et al., 2016). Especifica 5 rasgos principales con 6 facetas o sub dominios cada uno. Los rasgos se evalúan en un continuo, donde hay poca expresión o alta expresión de algún rasgo particular. Por ejemplo, la *Amabilidad* es un rasgo principal que hace referencia al comportamiento pro-social, la resolución de conflictos y

comportamientos de ayuda (Graziano et al., 1996; Habashi et al., 2016). Los individuos con una alta expresión de amabilidad, son sensibles a los problemas de otras personas y considerados en el bienestar grupal. Por lo tanto, variaciones en este rasgo de la personalidad podrían relacionarse con el resultado final de actividades cooperativas que requieren de la resolución de conflictos, facilitando el consenso en situaciones de incertidumbre.

Otro rasgo principal del modelo BF es el *Neuroticismo*. Los individuos con altos niveles de neuroticismo, son propensos a pensamientos y emociones negativas, suelen frustrarse con facilidad y actuar de forma desadaptativa ante situaciones potencialmente estresantes (F. Zhang, 2020). En lo social, altos niveles de neuroticismo producen el retiro o aislamiento de situaciones sociales (Amani, 2022). Curiosamente algunas facetas del neuroticismo, como la angustia personal, producen que las personas se enganchen en comportamientos pro-sociales al sentir la pena, estrés o dolor de otros (Davis et al., 1980). Luego entonces, actividades colaborativas que podrían percibirse novedosas, complejas y/o potencialmente estresantes podrían influir en el rendimiento cooperativo.

Los miembros de un grupo o equipo cuentan con un conjunto único de habilidades, conocimientos y experiencias que influyen en la solución de problemas (Aggarwal & Woolley, 2019). Estas diferencias individuales producen que algunos individuos sean más eficientes que otros, sin embargo, tales variaciones se expresen de forma distinta en actividades grupales. Un ejemplo de lo anterior es que las diferencias pueden inspirar flexibilidad y creatividad en la resolución de problemas, tanto a nivel individual como grupal. Al respecto Woolley et al. (2015) sugiere que grupos pueden lograr un mejor rendimiento en diferentes actividades si los miembros de equipo son diversos y orientados al aprendizaje. Sin embargo, necesitan desarrollar una comprensión compartida de las habilidades de cada uno de ellos y de los requerimientos de la tarea, situación que requiere de tiempo y de un delicado balance entre qué tan diferentes son las características de sus miembros.

Una serie de estudios conducidos por Proto y colaboradores (Proto et al., 2014, 2022), son los únicos referentes conocidos que establecen una relación entre habilidades cognoscitivas y la cooperación. En la tarea clásica conocida como dilema del prisionero, los participantes con mejores indicadores de inteligencia fluida mostraron una tasa de cooperación más alta, favoreciendo el

beneficio de ambos jugadores en el largo plazo (Proto et al., 2019). Al comparar grupos por nivel, aquellos con indicadores más bajos de inteligencia tuvieron un mejor resultado en comparación con los grupos de mayor niveles de inteligencia. Lo anterior resulta interesante, pues al agrupar individuos con una alta expresión de inteligencia, los grupos que sacaron mayor provecho fueron aquellos en los cuales los miembros expresaban menores niveles de inteligencia. Dicho de otra manera, la complementariedad y no la similitud entre los equipos favorecía el resultado de una actividad colaborativa.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Justificación

Pocas actividades de la vida moderna se llevan a cabo en solitario de manera eficiente. Por el contrario, algunas de ellas requieren del esfuerzo coordinado de un grupo de personas para su correcta ejecución, como el trabajo en los quirófanos de los hospitales, los ejercicios militares o el trabajo en las organizaciones. A pesar de esto, no todos los equipos son igual de eficientes o superan necesariamente al esfuerzo individual. Entender las causas de estas diferencias podría impactar de forma positiva en áreas donde el trabajo en equipo es crítico. También podría ayudar a identificar cuándo es que individuos y grupos se ven superados por las demandas de una tarea y así tomar acciones que mitiguen o prevengan un bajo rendimiento.

Por otra parte, es innegable la relación existente entre características individuales y la dinámica de los grupos, pues sus miembros cuentan con habilidades, conocimientos y/o experiencias diversas que podrían favorecer o entorpecer su labor colectiva y les provee de formas únicas en la solución de problemas (Cooke et al., 2012). Por lo tanto, es importante conocer si estas diferencias influyen de algún modo a nivel grupal.

La propuesta de la tesis aquí presente consiste en comparar el rendimiento individual contra el rendimiento colectivo de díadas en una tarea de rastreo visual de objetos. Los participantes en las díadas comparten un mismo espacio físico y desarrollan la actividad de manera colaborativa, sin restricciones en la forma en que se coordinan o comparten información. Al finalizar, se compara el rendimiento de los miembros de manera independiente con el rendimiento que obtuvieron al participar como miembros de una díada. Considero que el control excesivo al fabricar distintas condiciones experimentales solamente trae por consecuencia una actividad más abstracta y menos representativa de los fenómenos que ocurren en la vida cotidiana. Es por esta razón que se pretende evaluar de una forma descriptiva y a través de la observación de la conducta y las diferencias entre grupos.

Objetivos

Comparar el rendimiento individual contra el rendimiento colectivo de díadas en una tarea de rastreo visual de objetos.

Objetivos Específicos

- Comparar el rendimiento individual en alta y baja carga de trabajo.
- Comparar el rendimiento individual con el rendimiento colectivo en alta y baja carga de trabajo.
- Determinar la relación entre el rendimiento colectivo y características individuales de los miembros en las díadas (i.e. rasgos de la personalidad y habilidades cognitivas)

Preguntas De Investigación

- ¿Cómo afecta la carga de trabajo al rendimiento?
- ¿El rendimiento colectivo de díadas es superior al rendimiento individual?
- ¿Qué características individuales se asocian con el rendimiento colectivo?

Hipótesis

Rendimiento Individual

Hipótesis H₁: Mayor rendimiento en el nivel de dificultad bajo (baja carga) en comparación con el nivel de dificultad alto (alta carga).

Rendimiento Colectivo

Hipótesis H₂: Mayor rendimiento de las díadas en comparación con el rendimiento individual

Hipótesis H₃: Las características individuales como los rasgos de la personalidad y las habilidades cognoscitivas estarán relacionadas con el rendimiento colectivo

MÉTODO

Participantes

Se realizó un muestreo no probabilístico en cadena (bola de nieve) en el cual participaron 38 jóvenes (26 mujeres; $M=24.9$ years, $DE=5.7$) pertenecientes a comunidades universitarias de estudiantes. Los participantes accedieron a participar de manera voluntaria vía consentimiento informado con un amigo o familiar perteneciente también a una comunidad universitaria. Un total de 18 díadas se analizaron para el estudio. El estudio fue aprobado por el comité de ética de la Facultad de Estudios Superiores de Iztacala, folio CE/FESI/062020/1299.

Criterios De Inclusión

- Estudiantes universitarios de entre 18 y 35 años de edad
- Visión normal o corregida
- Habilidad intelectual normal
- Firma de consentimiento informado
- Participación con un amigo, familiar o pareja perteneciente a una comunidad universitaria

Criterios De Exclusión

- Historial de enfermedades no transmisibles, infecciosas, neurológicas o psiquiátricas
- Uso de medicamentos con efectos en el sistema nervioso central
- Coeficiente intelectual por debajo del promedio

Materiales

Inventario De Personalidad Neo Revisado

Para evaluar los rasgos de personalidad de los participantes se utilizó el Inventario de Personalidad Neo Revisado (NEO PI-R) (Costa & McRae, 2008). Este es un cuestionario auto-aplicable que incluye 5 grandes dominios de la personalidad (Neuroticismo, Extraversión, Apertura, Amabilidad y Responsabilidad), cada uno con 6 rasgos o facetas asociados. El cuestionario incluye 240 reactivos en una escala tipo likert de 1 a 5 puntos, que van desde totalmente en desacuerdo (1) a totalmente de acuerdo (5). El NEO PI-R es uno de los cuestionarios de personalidad más utilizados con alrededor de 40 traducciones a distintos idiomas y distintas culturas. Los estudios sugieren que hay mayor variabilidad entre individuos de una misma cultura en comparación con distintas culturas (Allik et al., 2017).

Shipley-2

Los participantes completaron una valoración cognoscitiva breve respondiendo a la versión en línea de la Escala Breve de Inteligencia Shipley-II (Shipley et al., 2014). La Shipley-II evalúa la inteligencia fluida (IC) y cristalizada (IC); la primera se refiere a la capacidad de usar la lógica y resolver problemas que son dependientes en lo mínimo de experiencias de aprendizaje previas. Mientras que la última evalúa el conocimiento, experiencia y aprendizaje producto de la aculturación y ambientes de educación formales. Ambos indicadores se combinan para una estimación del Coeficiente Intelectual total CI. La forma A, que incluye vocabulario y abstracción, se utilizó para estimar el CI total.

Multiple Object Tracking

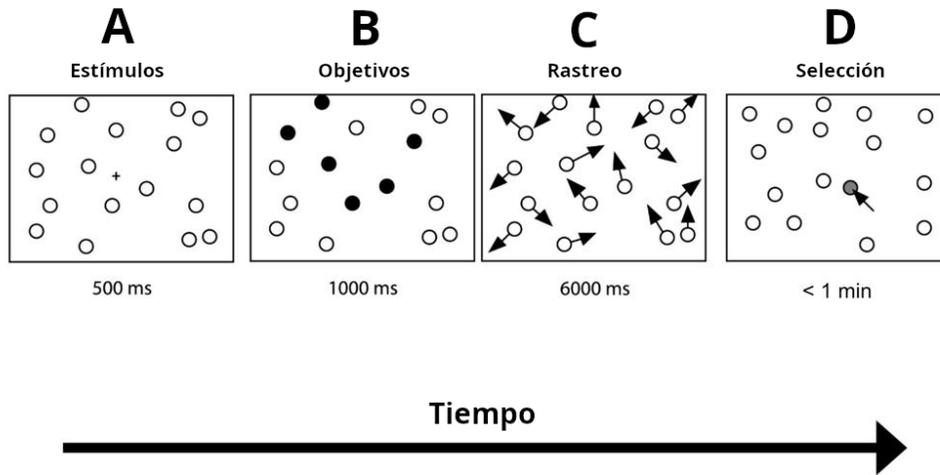
Se construyó una versión computarizada de la MOT utilizando el lenguaje de programación Python 3 en un ordenador con sistema operativo Linux. Los participantes contestaron dos versiones de la tarea con 4 y 6 objetivos a seguir, respectivamente. El número de objetivos se seleccionó

de acuerdo con un estudio piloto (Bravo-Chávez et al., 2023). En cada ensayo, se les mostró a los participantes 16 objetos estacionarios (círculos), sin sobreposición y distribuidos de manera aleatoria en la pantalla (radio de 0.61 grados visuales). Luego de 1000 ms un sub conjunto con tamaño equivalente al nivel de dificultad (4 o 6 objetivos) se seleccionó de manera aleatoria. Los objetivos parpadean durante 1000 ms en color amarillo para indicar su estatus. Posteriormente, vuelven a su color original y se confunden con el resto de objetos. Todos los objetos en la pantalla comienzan a moverse en forma de ruido browniano, con una velocidad de entre 0.3 y 1.2 grados visuales por segundo. En el evento de una colisión, los objetos chocan entre ellos o los bordes de la pantalla y siguen una trayectoria física plausible de acuerdo con el ángulo de incidencia y velocidad. Todos los objetos permanecen en movimiento por 6000 ms. Finalmente, los objetos se detienen y se pide al participante seleccionar los objetivos. En caso de que el participante seleccione más o menos objetos que el número total de objetivos a rastrear, se le pide seleccionar el número correcto y/o adivinar. Se le presenta retroalimentación en pantalla con la cantidad de objetivos que logra identificar correctamente y termina el ensayo. Para cada nivel de dificultad se presentaron 30 ensayos. La figura 1 muestra un diagrama en el tiempo para un ensayo.

Tabla 1.
Variables y definiciones operacionales

Variable	Definición	Indicador
Porcentaje de aciertos	La tasa de éxito en la correcta identificación de objetivos.	Rendimiento
Tiempo de respuesta	El tiempo que tarda una persona en seleccionar los objetos y confirmar su respuesta luego del rastreo visual.	Rendimiento
Abstracción Shipley-2	Capacidad lógica de razonamiento y resolución de problemas que depende mínimamente del aprendizaje y experiencias educativas previas.	Inteligencia Fluida
Vocabulario Shipley-2	Conocimientos y aprendizajes dependientes de la aculturación y experiencias de aprendizaje y educativas previas.	Inteligencia cristalizada
ACP NEO PI-R	Conjunto de manifestaciones de comportamiento, pensamiento y emociones que son relativamente estables a lo largo del tiempo y situaciones.	Personalidad
Tiempo de conocerse en meses	Contacto habitual o conocimiento profundo del compañero en la díada, independiente del tipo de relación social que tienen.	Familiaridad

Figura 1.
Rastreo visual de objetos



Nota: Segmento A. Presentación inicial de 16 objetos. Segmento B. Selección de objetivos a rastrear. Segmento C. Rastreo visual de los objetivos. Segmento D. Selección de objetos.

Procedimiento

Configuración Experimental

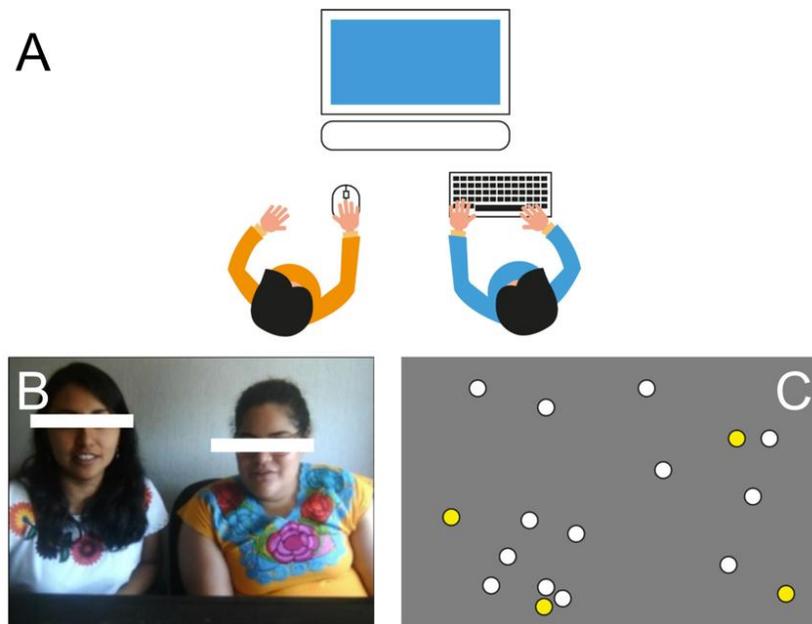
Los participantes contestaron la tarea experimental MOT utilizando un monitor de 24 pulgadas con una resolución de 1920 x 1080 ppi a 60 Hz. En la ejecución individual, los participantes seleccionaron los objetivos con el ratón y confirmaron la selección utilizando la barra espaciadora del teclado. En la ejecución de díadas los participantes se ubicaron uno al lado del otro y compartieron el ratón y teclado para seleccionar y confirmar la selección. Los participantes cambiaron de dispositivo a la mitad de la tarea (15 ensayos).

Procedimiento Experimental

En un diseño factorial intra-sujetos de 2 x 2 (Condición x Dificultad) los participantes contestaron la tarea experimental MOT de manera individual y en díadas el mismo día. El orden de aplicación fue contrabalanceado tanto para la dificultad como para el grupo. Los participantes re-

cibieron instrucciones de manera verbal y completaron un bloque de práctica con 5 ensayos antes de comenzar con el experimento. En la condición individual, uno de los participantes esperaba en una sala de espera para contestar los cuestionarios auto aplicables mientras que el otro contestaba la tarea experimental. En la condición de díadas se instruyó a los participantes a utilizar cualquier estrategia que les permitiera contestar tan rápido y eficiente como les fuera posible. El experimento tomó alrededor de 40 minutos. La figura 2 muestra un esquema de la configuración experimental para las díadas.

Figura 2.
Configuración experimental



Nota: Segmento A. Condición de cooperación. Los participantes se sentaron lado a lado, compartiendo el ratón y teclado para seleccionar y confirmar sus respuestas. Segmento B. Participantes contestando la tarea experimental. Segmento C. Ejemplo de un ensayo típico

Análisis De Los Datos

El análisis estadístico se llevó a cabo utilizando el lenguaje y ambiente para cómputoes-tadístico R (R Core Team, 2021). Para cada participante en cada condición y nivel de dificultad, el TR se convirtió a puntuaciones estandarizadas. Los reactivos con más de dos desviaciones estándar por encima de la media se eliminaron y sustituyeron por el promedio de los ensayos de ese caso en

particular. No se eliminaron más de dos ensayos para cada caso. Se calculó el rendimiento como el porcentaje de respuestas correctas PC para cada ensayo. Posteriormente, se calculó la ganancia en rendimiento como la diferencia entre los valores de PC en la condición de cooperación y la condición individual. Se calculó de igual manera la ganancia en tiempo de respuesta como la diferencia entre el TR de la condición de cooperación de la individual.

Para reducir la cantidad de variables de personalidad se realizó un análisis de componentes principales (ACP) en una matriz de correlación con método de rotación varimax, utilizando los cinco principales factores del NEO PI-R. Los tres primeros factores en su conjunto lograron explicar el 81 % de la varianza (Véase tabla 2). Con los puntajes de los factores y las variables de habilidades cognoscitivas, se llevaron a cabo modelos de regresión lineal múltiple por pasos. Con una selección de variables por pasos hacia atrás, a partir de un modelo completamente saturado (Puntajes de factores del ACP, IC, IF, tiempo de conocerse (TDC) y ganancia. El cálculo de los diferentes modelos de ajuste se llevó a cabo utilizando la función step AIC en el paquete de R MASS y se utilizó el criterio de información de Akaike inicial y final (McElreath, 2018).

Se llevó a cabo un análisis de series de tiempo para estimar el efecto causal de responder a la tarea en condición de cooperación. Se construyó un modelo bayesiano estructural de series de tiempo para predecir el curso del TR y PC, si la intervención (condición de cooperación) no hubiera ocurrido. Es decir, cómo habrían evolucionado las métricas de respuesta por sí misma durante la condición en solitario (Brodersen et al., 2015). El análisis se llevó a cabo utilizando el promedio móvil de los ensayos. Para facilitar su interpretación me referiré como periodo pre-intervención a la condición en solitario y post-intervención a la condición de cooperación. Las series de tiempo discontinuas suelen utilizarse cuando no se puede llevar a cabo un estudio experimental con grupo control aleatorizado, por motivos éticos, prácticos o de otros recursos. El impacto causal de un tratamiento I sobre las métricas de interés Y , se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

$$\alpha = (Y|I = 1) - (Y|I = 0) \quad (1)$$

De acuerdo con la fórmula, el impacto causal (α) es la diferencia entre el valor observado

en las métricas durante la intervención (cuando $I = 1$) y el valor estimado de las métricas si no se hubiese llevado a cabo la intervención (cuando $I = 0$) (García Serrano et al., 2023). En otras palabras se trata de una situación hipotética y una real, donde la situación hipotética *contrafactual* representa la estimación sin intervención, como si se tratase de un grupo control en los experimentos. Por lo tanto se pueden comparar ambos escenarios y obtener algunas conclusiones sobre el efecto de la intervención. Además, el escenario real puede mostrar diferentes situaciones; que las métricas se mantengan estables (estacionarias) a lo largo del tiempo o que presenten cambios, como una tendencia positiva, negativa o estacional.

Tabla 2.
Componentes principales de los 5 factores NEO PI-R

	CP1	CP2	CP3
Neuroticismo	-0.25	-0.59	-0.49
Extraversión	0.62	0.60	0.07
Apertura	0.92	-0.14	0.09
Amabilidad	0.04	-0.08	0.94
Responsabilidad	-0.23	0.81	-0.17

Nota: $N=38$ Las variables con mayor carga factorial se indican en negrita

RESULTADOS

Diferencias Entre Condición Y Nivel De Dificultad

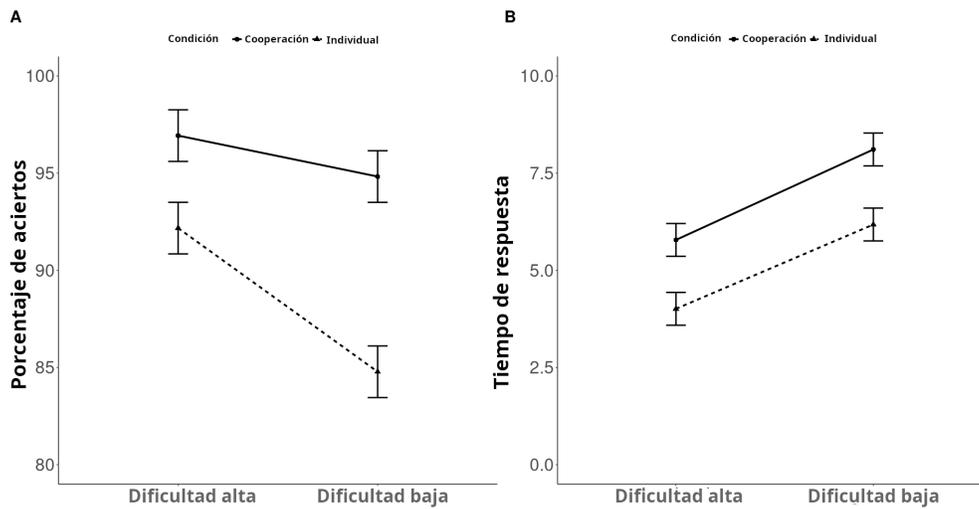
Se llevó a cabo un ANOVA factorial de 2 x 2 (Condición [individual y cooperación] x Dificultad [alta y baja]) para analizar los efectos de la condición en la dificultad. Se encontró un efecto principal de condición ($F_{(1,124)} = 111.61, p < 0.001$), un efecto principal de dificultad ($F_{(1,124)} = 51.74, p < 0.001$) y una interacción entre condición y dificultad ($F_{(1,124)} = 15.60, p < 0.001$). El tamaño del efecto de la interacción fue de 0.11 (η_p^2). Se realizaron pruebas post-hoc utilizando una prueba T pareada con método de corrección por Bonferroni para comparaciones múltiples. La tabla A.1 muestra diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0.01$) en todos los pares de comparaciones, la tabla A.2 muestra el resumen. La figura 3 muestra un gráfico de interacción con las medias marginales estimadas para el PC, a un intervalo de confianza del 95 % (Segmento A). Se realizó un procedimiento similar para el TR. Se encontró un efecto principal de condición ($F_{(1,124)} = 52.36, p < 0.001$) y un efecto principal de dificultad ($F_{(1,124)} = 88.09, p < 0.001$). La interacción no fue estadísticamente significativa. La figura 3 en el segmento B muestra el modelo estimado para las medias marginales, mientras que la tabla A.3 muestra las pruebas *t* por pares con método de corrección Bonferroni para comparaciones múltiples, la tabla A.4 muestra el resumen.

Modelos Estructurales Bayesianos De Series De Tiempo

Nivel De Dificultad Bajo

Se tomó el promedio móvil de los ensayos para el TR y PC. Se estimó el impacto causal de la condición de cooperación sobre estas métricas. En la condición de dificultad baja, el periodo de post-intervención tuvo un PC promedio de 96.93. En contraste, en ausencia de una intervención (condición en solitario), se esperaba un PC de 92.11. A un intervalo de confianza del 95 % la predicción contrafactual es [90.98 - 93.21]. Al sustraer la predicción de los valores observados en la post-intervención, se produce un estimado del efecto causal de la intervención de 4.82 (IC

Figura 3.
Gráfica de interacción para el rendimiento y tiempo de respuesta

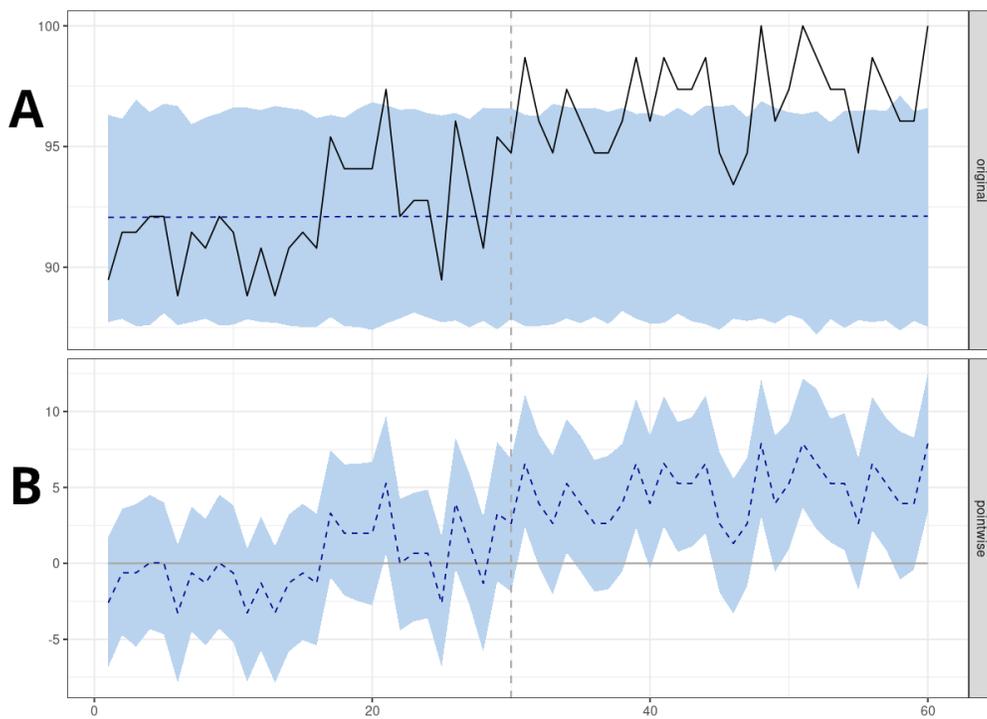


Nota: Segmento A. Modelo estimado para las medias marginales del rendimiento (porcentaje de aciertos). Segmento B. Modelo estimado para las medias marginales del tiempo de respuesta (segundos). La línea sólida representa el rendimiento de la condición de cooperación, mientras que la línea discontinua representa el rendimiento individual

95 % [3.72 - 5.95]). En términos relativos el PC tuvo un incremento del 5%. La probabilidad de obtener este efecto producto del azar es muy baja ($p < 0.001$). La figura 4 muestra la serie de tiempo original y *plotwise* (la función de sustracción de la pre-intervención en los valores observados para cada punto en la serie de tiempo). La tabla A.5 en el apéndice numérico muestra la tabla de resumen.

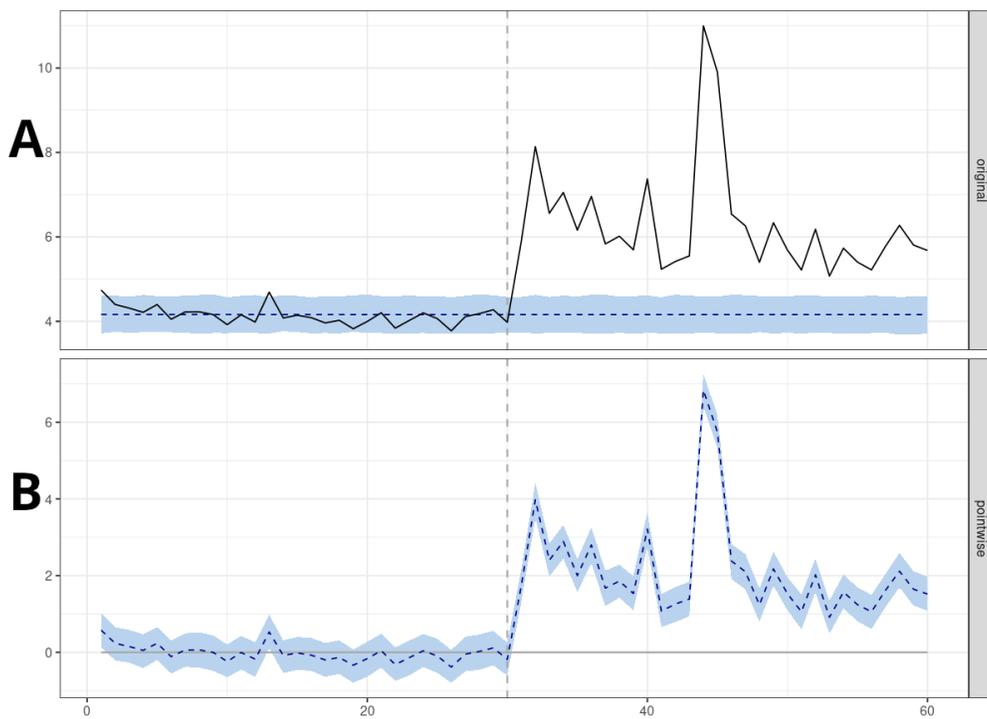
El periodo de post-intervención tuvo un TR promedio de 6.31 segundos. En ausencia de una intervención se esperaría un TR promedio de 4.16 segundos (IC 95 % [4.04 - 4.27]). El estimado del efecto causal de la intervención de un incremento de 2.15 segundos (IC 95 % [2.04 - 2.27]). En términos relativos el TR tuvo un incremento del 52%. La probabilidad de obtener este efecto producto del azar es muy baja ($p < 0.001$). La figura 5 muestra la serie de tiempo y la tabla A.6 el resumen.

Figura 4.
Modelo causal temporal para el porcentaje de aciertos (dificultad baja)



Nota: Segmento A. Muestra el promedio móvil del porcentaje de aciertos en el periodo pre y post-intervención con una línea sólida en negro. La línea gris entrecortada separa el periodo pre y post intervención. El área en azul muestra una predicción contrafactual de los datos. Segmento B. Diferencia entre los datos observados y la predicción contrafactual.

Figura 5.
Modelo causal temporal para el tiempo de respuesta (dificultad baja)

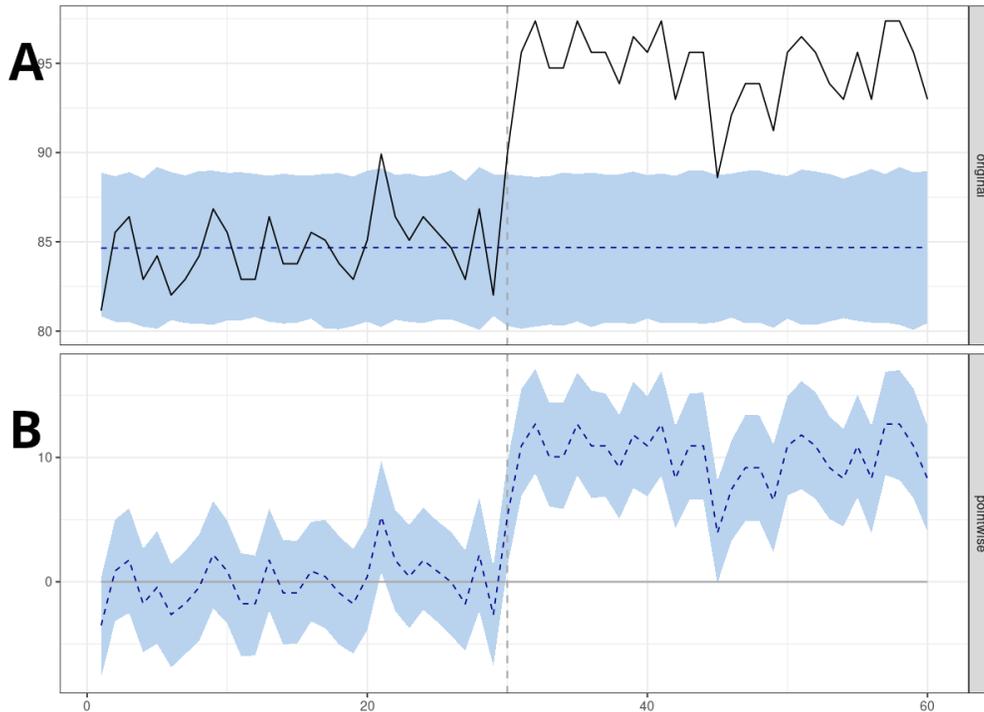


Nota: Segmento A. Muestra el promedio móvil del tiempo de respuesta en el periodo pre y post-intervención con una línea sólida en negro. La línea gris entrecortada separa el periodo pre y post intervención. El área en azul muestra una predicción contrafactual de los datos. Segmento B. Diferencia entre los datos observados y la predicción contrafactual.

Nivel De Dificultad Alto

Se llevó a cabo el mismo tratamiento de datos que en el nivel de dificultad bajo. En el periodo de post-intervención el PC fue de 94.82 pts. En ausencia de una intervención se esperaría un PC promedio de 84.68 pts. (IC 95 % [83.61 - 85.74]). El estimado del efecto causal de la intervención de un incremento de 10.14 pts (IC 95 % [0.09 - 11.22]). En términos relativos el PC tuvo un incremento del 12%. La probabilidad de obtener este efecto producto del azar es muy baja ($p < 0.001$). La figura 6 muestra la serie de tiempo y la tabla A.7 el resumen.

Figura 6.
Modelo causal temporal para el porcentaje de aciertos (dificultad alta)

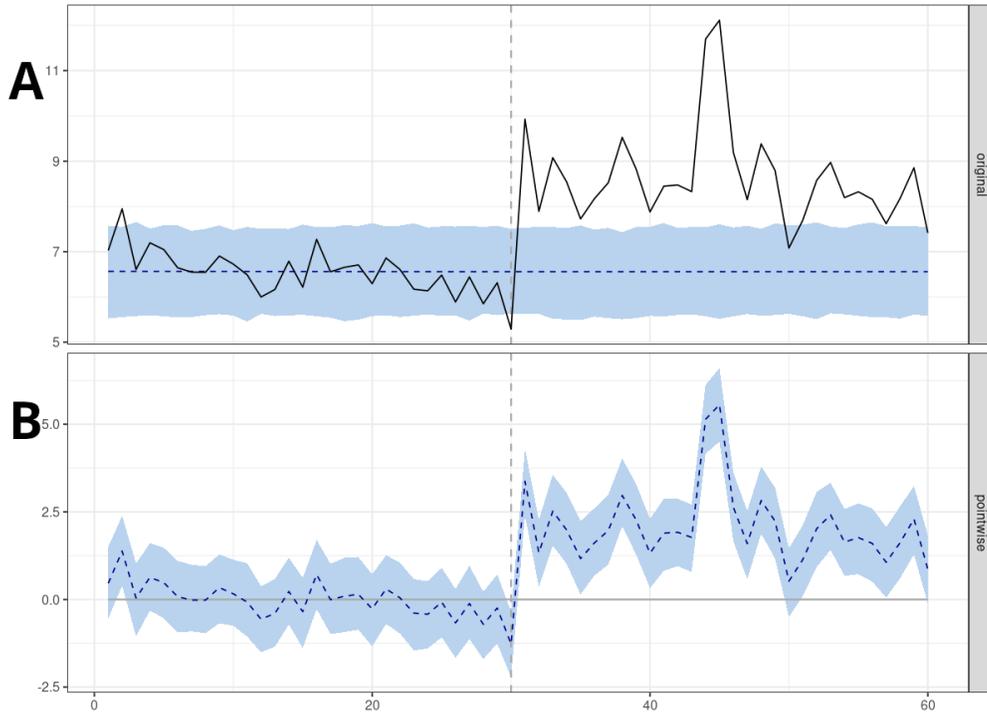


Nota: Segmento A. Muestra el promedio móvil del porcentaje de aciertos en el periodo pre y post-intervención con una línea sólida en negro. La línea gris entrecortada separa el periodo pre y post intervención. El área en azul muestra una predicción contrafactual de los datos. Segmento B. Diferencia entre los datos observados y la predicción contrafactual.

Por otra parte, el TR en ausencia de una intervención fue de 8.66 segundos. El estimado del efecto causal de la intervención mostró un incremento de 2.10 segundos (IC 95 % [1.84 - 2.36]). En

términos relativos el TR tuvo un incremento del 32% con respecto del periodo pre-intervención ($p < 0.001$). La figura 7 muestra la serie de tiempo y la tabla A.8 el resumen.

Figura 7.
Modelo causal temporal para el tiempo de respuesta (dificultad alta)



Nota: Segmento A. Muestra el promedio móvil del tiempo de respuesta en el periodo pre y post-intervención con una línea sólida en negro. La línea gris entrecortada separa el periodo pre y post intervención. El área en azul muestra una predicción contrafactual de los datos. Segmento B. Diferencia entre los datos observados y la predicción contrafactual.

Personalidad, Cognición Y Ganancia En Rendimiento

Para explorar qué factores individuales podrían estar relacionados con el rendimiento en dificultad alta y baja, se crearon modelos de regresión lineal múltiple por pasos hacia atrás. El modelo inicial incluyó las puntuaciones de las variables TDC, los componentes del ACP, el CI y sus índices IF e IC.

Nivel De Dificulta Bajo

El modelo que mejor se ajusta a los datos para la ganancia en rendimiento incluyó el TDC ($\beta = 0.01, p = 0.05$), PC3 ($\beta = 1.36, p = 0.01$) e IF ($\beta = -0.18, p = 0.01$) como predictores estadísticamente significativos ($R^2_{adj} = 0.29, p \leq 0.01$, AIC línea base = 97.27; AIC modelo = 92.78).

Nivel De Dificultad Alto

El modelo que explica mejor la ganancia en rendimiento para el nivel de dificultad alto fue estadísticamente significativo ($p \leq 0.01$, AIC línea base = 137.20; AIC modelo = 131.90) y representa el $R^2_{adj} = 0.20$ de la varianza total. Las variables predictoras fueron PC2 ($\beta = -1.63, p = 0.07$), PC3 ($\beta = 2.32, p = 0.01$) e IF ($\beta = -0.20, p = 0.14$).

Personalidad, Cognición Y Ganancia En Tiempo De Respuesta

Nuevamente, se utilizaron modelos lineales múltiples para explorar la influencia de características individuales en el resultado de la ganancia en tiempo de respuesta. Se realizó una regresión lineal múltiple por pasos hacia atrás con el tiempo de respuesta como variable dependiente y las características individuales (personalidad, cognición y tiempo de conocerse) como variables predictoras.

Nivel De Dificultad Bajo

En el nivel de dificultad bajo, el modelo de regresión lineal múltiple fue estadísticamente significativo, ($R^2_{adj} = 0.07, p = 0.05$, AIC línea base = 32.69; AIC modelo = 26.41) con IF como único predictor significativo ($\beta=0.70, p = 0.05$).

Nivel De Dificultad Alto

El modelo de regresión lineal múltiple utilizando la ganancia en tiempo de respuesta como variable dependiente, el modelo fue estadísticamente significativo, ($R^2_{adj} = 0.31, p \leq 0.001$, AIC

línea base = 34.02; AIC model = 31.08) con PC2 ($\beta = 0.66, p < 0.01$), TDC ($\beta = -0.01, p = 0.001$) e IF como variables predictoras ($\beta = 0.13, p = 0.001$).

DISCUSIÓN

El propósito de la tesis aquí presente fue el de comparar el rendimiento individual con el rendimiento colectivo de díadas en una tarea de rastreo visual de objetos. A través de un diseño experimental de comparación intra-sujetos, participantes realizaron la tarea MOT de forma individual y en equipo, en dos diferentes niveles de dificultad; donde se manipuló de manera sistemática y de acuerdo con un estudio piloto, el número de objetivos a seguir (Bravo-Chávez et al., 2023). Los resultados coinciden con estudios previos, que sugieren un mejor rendimiento en la condición de cooperación al compararla con el rendimiento individual (Wahn & Schmitz, 2022; Wahn et al., 2018, 2020). Lo anterior se observó a través de una interacción entre condición (cooperación, individual) y dificultad (alta y baja), es decir, las díadas en lo general tuvieron un mayor porcentaje de aciertos, principalmente en el nivel de dificultad bajo. El tiempo de respuesta por otra parte, incrementó con un efecto principal de dificultad y uno de condición; es decir, a medida que incrementan los objetivos a rastrear en la tarea, el tiempo de respuesta también incrementó; lo mismo que trabajar en díadas en comparación con el rendimiento individual.

La evidencia en esta tesis sugiere la posibilidad de rechazar la hipótesis H_2 nula, en favor de la alternativa si se toma únicamente en consideración el porcentaje de aciertos, pues las díadas efectivamente fueron mejores que el rendimiento individual, a costa de un mayor tiempo de respuesta.

Las tareas visoespaciales colaborativas requieren que los participantes coordinen sus acciones en tiempo y espacio, para facilitar la consecución de sus objetivos. En dicho proceso, se infieren los resultados de acciones propias y ajenas, por lo tanto, la cooperación requiere de tiempo para que sus miembros se coordinen de forma efectiva. Algunos estudios similares muestran que el tipo de información que se comparte puede facilitar la coordinación y tener por consecuencia un mejor resultado, concretamente con un aumento en el porcentaje de aciertos. Por ejemplo, el intercambio de información espacial, en comparación con información verbal es más eficiente en tareas que son de predominio visual (Bravo-Chávez et al., 2023; S. E. Brennan et al., 2008). De-

bido a que la consigna en la tarea experimental sólo especificó a los participantes minimizar el tiempo de respuesta y maximizar el porcentaje de aciertos, es posible que a través del ensayo y error llegaran a un mejor rendimiento, dejando de lado estrategias poco eficientes, y disminuyendo a la par el tiempo que tomó hacer la búsqueda. De acuerdo con los resultados y el análisis de series de tiempo, se pudo observar una tendencia en la disminución del tiempo de respuesta hasta antes del intercambio de dispositivos, donde este aumentó de forma considerable en ambos niveles de dificultad y eventualmente disminuyó conforme transcurrieron los ensayos restantes. Si bien, no es posible llevar a cabo un análisis formal de cambios de tendencia y/o estacionalidad en las series de tiempo debido a su corto periodo y poca cantidad de registros en la serie, es un área de oportunidad para futuras investigaciones, lo mismo que el identificar otros indicadores que sean equiparables entre el rendimiento individual y colectivo.

Otro aspecto que podría influenciar el rendimiento en la condición de cooperación es la retroalimentación (Bahrami et al., 2010; Wahn et al., 2017). La retroalimentación se utiliza para ajustar la precisión de las acciones tanto a nivel individual como de cooperación. En la condición de cooperación de la MOT, la retroalimentación fue colectiva, pues se mostró únicamente la cantidad de objetos que lograron identificar de manera correcta. En consecuencia, en etapas iniciales de la tarea los participantes no conocían que tan confiables podían ser sus compañeros, creando situaciones en las cuales debían confiar, discutir la selección de objetivos o ceder. De acuerdo con Bahrami et al. (2010), tareas que requieren de la toma de decisiones en conjunto requieren que los miembros de equipo cuenten con la misma sensibilidad sensorial, para compartir el grado de confianza que tienen sobre la decisión a tomar. Las personas cuyo rendimiento es confiable y por lo tanto predecible (Vesper et al., 2011) facilitan la toma de decisiones siempre y cuando puedan compartir su grado de certeza libremente. Una vez más, en estos casos el uso de codificación conductual y series de tiempo podría ofrecer nuevas perspectivas sobre la retroalimentación en su análisis.

En cuanto a las características individuales como la personalidad, habilidades cognoscitivas y el tiempo de conocerse, en relación con el resultado global del rendimiento, los hallazgos aquí

descritos sugieren que todas y cada una de estas variables se asocian con la ganancia en rendimiento o tiempo de respuesta. Primero, el comportamiento pro-social se caracteriza por rasgos de personalidad con mayor amabilidad y menor neuroticismo, como lo muestra el factor CP3 en el ACP, que fue un predictor significativo de ganancia en rendimiento en ambos niveles de dificultad, asociando valores positivos del factor con una mayor ganancia en rendimiento. Lo anterior sugiere que el rendimiento colaborativo en tareas como la MOT, requiere de control emocional, tolerancia a la frustración y comportamientos sociales adaptativos, como la resolución de conflictos (Graziano et al., 1996). Estudios previos, confirman una relación negativa entre amabilidad y neuroticismo como característica de comportamiento pro-sociales. Lo más interesante es que esta relación es común tanto para culturas orientales (Xie et al., 2016) como occidentales (Habashi et al., 2016). En otros paradigmas experimentales como el dilema del prisionero y los juegos de distribución de bienes, el cooperar o no, se asocia también con el comportamiento pro-social (Brocklebank et al., 2011). Por otra parte, Wahn et al. (2023) observaron en un modelo de regresión lineal múltiple, que las similitudes en el malestar personal, una sub escala del inventario de reactividad interpersonal, fue un predictor significativo del rendimiento en una tarea tipo MOT. El malestar personal se refiere a las reacciones emocionales que las personas experimentan ante situaciones o experiencias negativas de otros y constituye una dimensión de la empatía. En un estudio de Guo et al. (2018) se observó que el neuroticismo puede influir de forma positiva los comportamientos pro-sociales, específicamente a través del malestar personal. En otras palabras, las personas con altos niveles de neuroticismo en ocasiones pueden engancharse en comportamiento pro-sociales cuando ven a otras personas experimentar situaciones difíciles o estresantes.

El Razonamiento fluido fue otro predictor significativo de la ganancia en rendimiento y ganancia en tiempo de respuesta, incrementos en los valores de esta variable se asociaron con un incremento en rendimiento, pero también con un incremento en tiempo de respuesta. Lo anterior se observó para el nivel de dificultad bajo. En cambio, en el nivel de dificultad alto, un decremento de esta variable predijo de forma significativa la ganancia en rendimiento. A su vez, un incremento en razonamiento fluido, incrementó la ganancia en tiempo de respuesta. Es evidente que la relación

entre este predictor y las variables dependientes es compleja y que el trabajo colaborativo requiere de un delicado balance en las habilidades individuales de los participantes. En principio, cuando los participantes no tienen certeza sobre la confiabilidad de su compañero en la selección de los objetivos, necesitan corregir, negociar o ceder para lograr un consenso y confirmar su selección. Es posible que este costo asociado a la toma de decisiones incremente el tiempo de respuesta, o bien que los participantes más hábiles noten los errores de sus compañeros y traten de corregir. Sin embargo, no es posible confirmar de forma empírica tal aseveración con los datos aquí disponibles. Desde un punto de vista centrado en las acciones que se ejecutan para la coordinación entre participantes, la acción común requiere que los individuos modifiquen sus acciones conforme ocurren en el tiempo para comunicar sus objetivos y/o estrategias, en ocasiones desviándose del rendimiento óptimo (Curioni, 2022). Otra posibilidad es que la diversidad entre los participantes limite su rendimiento. De acuerdo con Aggarwal y Woolley (2019) altos niveles de diversidad en las habilidades cognitivas de los participantes podría entorpecer la velocidad y el tiempo en el que logran coordinarse, reduciendo así el rendimiento. Si bien es importante que exista diversidad entre los participantes, y que los compañeros de equipo tengan características o habilidades que les permitan orientarse al aprendizaje mutuo, se necesita de un equilibrio para que las diferencias no impacten de forma negativa al rendimiento (Aggarwal et al., 2023).

Finalmente la familiaridad entre los participantes, medida a través del tiempo de conocerse, fue también un predictor significativo del rendimiento. En el nivel de dificultad bajo, un incremento en el tiempo de conocerse, aumentó a su vez la ganancia en rendimiento. En el nivel de dificultad alto, su incremento predijo una mayor ganancia en tiempo de respuesta, pero no en rendimiento. En un estudio de A. A. Brennan y Enns (2014) la afiliación social medida a través de la escala de amistad íntima (Sharabany, 1974) se asoció de forma positiva con el rendimiento en una tarea de búsqueda visual. Un estudio posterior, utilizaron una variable categórica para distinguir entre amigos y desconocidos y comparar el rendimiento de ambos grupos en un diseño factorial, donde los dos grupos experimentales se encontraban visibles u ocultos a la mirada de su compañero (A. A. Brennan & Enns, 2015). El hecho de que esto solo aplique para el nivel de dificultad bajo podría

estar asociado a la carga percibida de la tarea, donde el esfuerzo colectivo, es decir la condición de cooperación si produce mejores resultados en lo general, pero poco importa la relación que se tenga o el tiempo de conocerse, cuando la tarea supera las demandas de ambos participantes y no pueden responder a la misma cómodamente.

CONCLUSIONES

En resumen, rasgos de la personalidad (mayor amabilidad y menor neuroticismo), la inteligencia fluida y el tiempo de conocerse se asociaron de alguna manera con el rendimiento colectivo en la tarea MOT. Bajo las condiciones en las que se llevó a cabo el presente estudio, hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula H_3 en favor de la hipótesis alternativa. Características individuales y contextuales parecen estar asociadas al rendimiento de las díadas con potenciales costos y beneficios asociados. Por una parte, se requiere de tiempo para coordinar acciones, comunicar metas y/o intenciones y así distribuir eficientemente la carga de trabajo. No obstante, participar en actividades colaborativas permite a los miembros de un equipo, alcanzar objetivos que de otro modo serían difíciles de conseguir y obtener un mejor rendimiento en comparación con el desempeño individual.

REFERENCIAS

- Aggarwal, I., Schilpzand, M. C., Martins, L. L., Woolley, A. W., & Molinaro, M. (2023). The benefits of cognitive style versatility for collaborative work. *Journal of Applied Psychology, 108*(4), 647-659. <https://doi.org/10.1037/apl0001035>
- Aggarwal, I., & Woolley, A. W. (2019). Team Creativity, Cognition, and Cognitive Style Diversity. *Management Science, 65*(4), 1586-1599. <https://doi.org/10.1287/mnsc.2017.3001>
- Allik, J., Church, A. T., Ortiz, F. A., Rossier, J., Hrebícková, M., de Fruyt, F., Realo, A., & McCrae, R. R. (2017). Mean Profiles of the NEO Personality Inventory. *Journal of Cross-Cultural Psychology, 48*(3), 402-420. <https://doi.org/10.1177/0022022117692100>
- Alnaes, D., Sneve, M. H., Espeseth, T., Endestad, T., van de Pavert, S. H. P., & Laeng, B. (2014). Pupil size signals mental effort deployed during multiple object tracking and predicts brain activity in the dorsal attention network and the locus coeruleus. *Journal of Vision, 14*(4), 1-1. <https://doi.org/10.1167/14.4.1>
- Alvarez, G. A., & Franconeri, S. L. (2007). How many objects can you track?: Evidence for a resource-limited attentive tracking mechanism. *Journal of Vision, 7*(13), 14. <https://doi.org/10.1167/7.13.14>
- Amani, M. (2022). Relationship between Personality Traits and Prosocial Behavior: The Moderating Role of Emotional Intelligence. *International Journal of Behavioral Sciences, 15*(4). <https://doi.org/10.30491/IJBS.2022.279925.1520>
- Arnol'd, V. I. (Ed.). (1994). *Dynamical Systems V*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-57884-7>
- Bahrami, B., Olsen, K., Latham, P. E., Roepstorff, A., Rees, G., & Frith, C. D. (2010). Optimally Interacting Minds. *Science, 329*(5995), 1081-1085. <https://doi.org/10.1126/science.1185718>
- Bedwell, W. L., Salas, E., Funke, G. J., & Knott, B. A. (2013). Team workload. *Organizational Psychology Review, 4*(2), 99-123. <https://doi.org/10.1177/2041386613502665>

- Bowers, C. A., Braun, C. C., & Morgan, B. (1997). Team workload: Its meaning and measurement. *Team performance assessment and measurement: Theory, methods, and applications*, 85-108. <https://doi.org/10.4324/9781410602053-12>
- Bravo-Chávez, R. I., Ferrari-Díaz, M., Silva-Pereyra, J. F., & Fernández-Harmony, T. (2023). Cooperación en el rastreo visual de objetos: resultados preliminares. *Psicumex*, 13, 1-23. <https://doi.org/10.36793/psicumex.v13i1.454>
- Brennan, A. A., & Enns, J. T. (2014). When two heads are better than one: Interactive versus independent benefits of collaborative cognition. *Psychonomic Bulletin & Review*, 22(4), 1076-1082. <https://doi.org/10.3758/s13423-014-0765-4>
- Brennan, A. A., & Enns, J. T. (2015). What's in a Friendship? Partner Visibility Supports Cognitive Collaboration between Friends (M. A. Pavlova, Ed.). *PLOS ONE*, 10(11), e0143469. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0143469>
- Brennan, S. E., Chen, X., Dickinson, C. A., Neider, M. B., & Zelinsky, G. J. (2008). Coordinating cognition: The costs and benefits of shared gaze during collaborative search. *Cognition*, 106(3), 1465-1477. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2007.05.012>
- Brocklebank, S., Lewis, G. J., & Bates, T. C. (2011). Personality accounts for stable preferences and expectations across a range of simple games. *Personality and Individual Differences*, 51(8), 881-886. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2011.07.007>
- Brodersen, K. H., Gallusser, F., Koehler, J., Remy, N., & Scott, S. L. (2015). Inferring causal impact using Bayesian structural time-series models. *Annals of Applied Statistics*, 9, 247-274.
- Canonico, L. B., Flathmann, C., & McNeese, N. (2019). Collectively Intelligent Teams: Integrating Team Cognition, Collective Intelligence, and AI for Future Teaming. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 63(1), 1466-1470. <https://doi.org/10.1177/1071181319631278>
- Chun, M. M., Golomb, J. D., & Turk-Browne, N. B. (2011). A Taxonomy of External and Internal Attention. *Annual Review of Psychology*, 62(1), 73-101. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.093008.100427>

- Colonius, H., & Diederich, A. (2006). The race model inequality: Interpreting a geometric measure of the amount of violation. *Psychological Review*, *113*(1), 148-154. <https://doi.org/10.1037/0033-295x.113.1.148>
- Cooke, N. J., Gorman, J. C., Myers, C. W., & Duran, J. L. (2012). Interactive Team Cognition. *Cognitive Science*, *37*(2), 255-285. <https://doi.org/10.1111/cogs.12009>
- Costa, P. T., & McRae, R. R. (2008). *Inventario de Personalidad Neo Revisado e Inventario Neo Reducido de Cinco Factores Manual Profesional* (Tea Ediciones, Ed.; 3era edición). Tea Ediciones.
- Curioni, A. (2022). What makes us act together? On the cognitive models supporting humans' decisions for joint action. *Frontiers in Integrative Neuroscience*, *16*. <https://doi.org/10.3389/fnint.2022.900527>
- Davis, M. H., et al. (1980). *A multidimensional approach to individual differences in empathy* [Tesis doctoral, The University of Texas]. American Psychological Association Washington, DC.
- Devlin, S. P., Flynn, J. R., & Riggs, S. L. (2019). Examining the Visual Attention of Pairs of Operators during a Low to High Workload Change. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, *63*(1), 201-205. <https://doi.org/10.1177/1071181319631168>
- Drew, T., Horowitz, T. S., & Vogel, E. K. (2013). Swapping or dropping? Electrophysiological measures of difficulty during multiple object tracking. *Cognition*, *126*(2), 213-223. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2012.10.003>
- Fehr, E., & Fischbacher, U. (2004). Social norms and human cooperation. *Trends in Cognitive Sciences*, *8*(4), 185-190. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2004.02.007>
- Funke, G. J., Knott, B. A., Salas, E., Pavlas, D., & Strang, A. J. (2011). Conceptualization and Measurement of Team Workload. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, *54*(1), 36-51. <https://doi.org/10.1177/0018720811427901>

- García Serrano, Y., Mirabal Sosa, M., & González Mujica, R. (2023). Modelo bayesiano de series temporales estructurales. Aproximación a la evaluación de impacto de VA-MENGOC-BC®. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 60.
- Gonzalez-Grandón, X., & Froese, T. (2018). Grounding 4E Cognition in Mexico: introduction to special issue on spotlight on 4E Cognition research in Mexico. *Adaptive Behavior*, 26(5), 189-198. <https://doi.org/10.1177/1059712318791633>
- Graziano, W. G., Jensen-Campbell, L. A., & Hair, E. C. (1996). Perceiving interpersonal conflict and reacting to it: The case for agreeableness. *Journal of Personality and Social Psychology*, 70(4), 820-835. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.70.4.820>
- Guastello, S. J. (2016). Nonlinear dynamical systems for theory and research in ergonomics. *Ergonomics*, 60(2), 167-193. <https://doi.org/10.1080/00140139.2016.1162851>
- Guastello, S. J., Correro, A. N., & Marra, D. E. (2019). Cusp catastrophe models for cognitive workload and fatigue in teams. *Applied Ergonomics*, 79, 152-168. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2018.08.019>
- Guo, Q., Sun, P., & Li, L. (2018). Why neurotic individuals are less prosocial? A multiple mediation analysis regarding related mechanisms. *Personality and Individual Differences*, 128, 55-61. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2018.02.026>
- Habashi, M. M., Graziano, W. G., & Hoover, A. E. (2016). Searching for the Prosocial Personality. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 42(9), 1177-1192. <https://doi.org/10.1177/0146167216652859>
- Hancock, G., Longo, L., Young, M., & Hancock, P. (2021). MENTAL WORKLOAD. <https://doi.org/10.1002/9781119636113.ch7>
- Harris, D. J., Wilson, M. R., Smith, S. J. R., Meder, N., & Vine, S. J. (2020). Testing the Effects of 3D Multiple Object Tracking Training on Near, Mid and Far Transfer. *Frontiers in Psychology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00196>

- Hornseth, J. P., & Davis, J. H. (1967). Individual and Two-Man Team Target Finding Performance. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 9(1), 39-43. <https://doi.org/10.1177/001872086700900104>
- Houpt, J. W., Blaha, L. M., McIntire, J. P., Havig, P. R., & Townsend, J. T. (2013). Systems factorial technology with R. *Behavior Research Methods*, 46(2), 307-330. <https://doi.org/10.3758/s13428-013-0377-3>
- Howard, Z. L., Innes, R., Eidels, A., & Loft, S. (2021). Using Past and Present Indicators of Human Workload to Explain Variance in Human Performance. *Psychonomic Bulletin & Review*, 28(6), 1923-1932. <https://doi.org/10.3758/s13423-021-01961-6>
- Howe, P. D., Horowitz, T. S., Morocz, I. A., Wolfe, J., & Livingstone, M. S. (2009). Using fMRI to distinguish components of the multiple object tracking task. *Journal of Vision*, 9(4), 10-10. <https://doi.org/10.1167/9.4.10>
- Hulleman, J. (2005). The mathematics of multiple object tracking: From proportions correct to number of objects tracked. *Vision Research*, 45(17), 2298-2309. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2005.02.016>
- Itti, L., Koch, C., & Niebur, E. (1998). A model of saliency-based visual attention for rapid scene analysis. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 20(11), 1254-1259. <https://doi.org/10.1109/34.730558>
- Kolskår, K. K., Richard, G., Alnæs, D., Dørum, E. S., Sanders, A.-M., Ulrichsen, K. M., Sánchez, J. M., Ihle-Hansen, H., Nordvik, J. E., & Westlye, L. T. (2020). Reliability, sensitivity, and predictive value of fMRI during multiple object tracking as a marker of cognitive training gain in combination with tDCS in stroke survivors. *Human Brain Mapping*, 42(4), 1167-1181. <https://doi.org/10.1002/hbm.25284>
- Kozlowski, S. W., & Klein, K. J. (2000). A multilevel approach to theory and research in organizations: Contextual, temporal, and emergent processes. Jossey-Bass/Wiley.
- Lavie, N. (2005). Distracted and confused?: Selective attention under load. *Trends in Cognitive Sciences*, 9(2), 75-82. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2004.12.004>

- Longo, L., Wickens, C. D., Hancock, G., & Hancock, P. A. (2022). Human Mental Workload: A Survey and a Novel Inclusive Definition. *Frontiers in Psychology, 13*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.883321>
- Malcolmson, K. A., Reynolds, M. G., & Smilek, D. (2007). Collaboration during visual search. *Psychonomic Bulletin & Review, 14*(4), 704-709. <https://doi.org/10.3758/bf03196825>
- Mandrick, K., Derosiere, G., Dray, G., Coulon, D., Micallef, J.-P., & Perrey, S. (2013). Prefrontal cortex activity during motor tasks with additional mental load requiring attentional demand: A near-infrared spectroscopy study. *Neuroscience Research, 76*(3), 156-162. <https://doi.org/10.1016/j.neures.2013.04.006>
- McElreath, R. (2018). *Statistical rethinking: A Bayesian course with examples in R and Stan*. Chapman; Hall/CRC.
- Melis, A. P., & Semmann, D. (2010). How is human cooperation different? *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 365*(1553), 2663-2674. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0157>
- Meyerhoff, H. S., Papenmeier, F., & Huff, M. (2017). Studying visual attention using the multiple object tracking paradigm: A tutorial review. *Attention, Perception, & Psychophysics, 79*(5), 1255-1274. <https://doi.org/10.3758/s13414-017-1338-1>
- Miller, J. (1982). Divided attention: Evidence for coactivation with redundant signals. *Cognitive Psychology, 14*(2), 247-279. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(82\)90010-x](https://doi.org/10.1016/0010-0285(82)90010-x)
- Moll, H., & Tomasello, M. (2007). Cooperation and human cognition: the Vygotskian intelligence hypothesis. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 362*(1480), 639-648. <https://doi.org/10.1098/2Frstb.2006.2000>
- Morley, C. (2016). *Measuring Team Collaboration and Effects of Target Guidance in a Visual Search Task* [Tesis de maestría]. Old Dominion University Libraries. <https://doi.org/10.25777/BC68-JV77>
- Niehorster, D. C., Cornelissen, T., Holmqvist, K., & Hooge, I. (2018). Searching with and against each other: Spatiotemporal coordination of visual search behavior in collaborative and com-

- petitive settings. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 81(3), 666-683. <https://doi.org/10.3758/s13414-018-01640-0>
- Novikova, I. A., & Vorobyeva, A. A. (2019). The Five-Factor Model. <https://doi.org/10.1002/9781119519348.ch33>
- Nowak, M. A. (2006). Five Rules for the Evolution of Cooperation. *Science*, 314(5805), 1560-1563. <https://doi.org/10.1126/science.1133755>
- Oksama, L., & Hyönä, J. (2004). Is multiple object tracking carried out automatically by an early vision mechanism independent of higher-order cognition? An individual difference approach. *Visual Cognition*, 11(5), 631-671. <https://doi.org/10.1080/13506280344000473>
- Proto, E., Rustichini, A., & Sofianos, A. (2014). Higher intelligence groups have higher cooperation rates in the repeated prisoner's dilemma.
- Proto, E., Rustichini, A., & Sofianos, A. (2019). Intelligence, Personality, and Gains from Cooperation in Repeated Interactions. *Journal of Political Economy*, 127(3), 1351-1390. <https://doi.org/10.1086/701355>
- Proto, E., Rustichini, A., & Sofianos, A. (2022). Intelligence, errors, and cooperation in repeated interactions. *The Review of Economic Studies*, 89(5), 2723-2767.
- Pylyshyn, Z. W., & Storm, R. W. (1988). Tracking multiple independent targets: Evidence for a parallel tracking mechanism. *Spatial vision*, 3(3), 179-197.
- R Core Team. (2021). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>
- Raab, D. H. (1962). Statistical Facilitation of Simple Reaction Times. *Transactions of the New York Academy of Sciences*, 24(5 Series II), 574-590. <https://doi.org/10.1111/j.2164-0947.1962.tb01433.x>
- Rauss, K., Pourtois, G., Vuilleumier, P., & Schwartz, S. (2011). Effects of attentional load on early visual processing depend on stimulus timing. *Human Brain Mapping*, 33(1), 63-74. <https://doi.org/10.1002/hbm.21193>

- Rosen, M. A., Bedwell, W. L., Wildman, J. L., Fritzsche, B. A., Salas, E., & Burke, C. S. (2011). Managing adaptive performance in teams: Guiding principles and behavioral markers for measurement. *Human Resource Management Review*, 21(2), 107-122. <https://doi.org/10.1016/j.hrmr.2010.09.003>
- Sebanz, N., Bekkering, H., & Knoblich, G. (2006). Joint action: bodies and minds moving together. *Trends in Cognitive Sciences*, 10(2), 70-76. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2005.12.009>
- Sellers, J., Helton, W. S., Näswall, K., Funke, G. J., & Knott, B. A. (2014). Development of the Team Workload Questionnaire (TWLQ). *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 58(1), 989-993. <https://doi.org/10.1177/1541931214581207>
- Sharabany, R. (1974). *Intimate friendship among kibbutz and city children and its measurement*. [Tesis doctoral, ProQuest Information & Learning].
- Shippley, W. C., Gruber, C. P., Martin, T. A., & Klein, A. M. (2014). *Shipley-2. Escala breve de inteligencia* (1st). El Manual Moderno S.A. de C. V.
- Siirtola, H., Špakov, O., Istance, H., & Rähkä, K.-J. (2019). Shared Gaze in Collaborative Visual Search. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 35(18), 1693-1705. <https://doi.org/10.1080/10447318.2019.1565746>
- Steiner, I. D. (1966). Models for inferring relationships between group size and potential group productivity. *Behavioral Science*, 11(4), 273-283. <https://doi.org/10.1002/bs.3830110404>
- Sternshein, H., Agam, Y., & Sekuler, R. (2011). EEG Correlates of Attentional Load during Multiple Object Tracking (N. Rogers, Ed.). *PLoS ONE*, 6(7), e22660. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0022660>
- Szymanski, C., Pesquita, A., Brennan, A. A., Perdakis, D., Enns, J. T., Brick, T. R., Müller, V., & Lindenberger, U. (2017). Teams on the same wavelength perform better: Inter-brain phase synchronization constitutes a neural substrate for social facilitation. *NeuroImage*, 152, 425-436. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2017.03.013>

- Tomasello, M., Carpenter, M., Call, J., Behne, T., & Moll, H. (2005). Understanding and sharing intentions: The origins of cultural cognition. *Behavioral and Brain Sciences*, 28(5), 675-691. <https://doi.org/10.1017/S0140525X05000129>
- Tomasello, M., & Gonzalez-Cabrera, I. (2017). The Role of Ontogeny in the Evolution of Human Cooperation. *Human Nature*, 28(3), 274-288. <https://doi.org/10.1007/s12110-017-9291-1>
- Tomasello, M., Kruger, A. C., & Ratner, H. H. (1993). Cultural learning. *Behavioral and brain sciences*, 16(3), 495-511.
- Tomasello, M., Melis, A. P., Tennie, C., Wyman, E., & Herrmann, E. (2012). Two Key Steps in the Evolution of Human Cooperation. *Current Anthropology*, 53(6), 673-692. <https://doi.org/10.1086/668207>
- van der Wel, R. P., Becchio, C., Curioni, A., & Wolf, T. (2021). Understanding joint action: Current theoretical and empirical approaches. *Acta Psychologica*, 215, 103285. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2021.103285>
- Vesper, C., Butterfill, S., Knoblich, G., & Sebanz, N. (2010). A minimal architecture for joint action. *Neural Networks*, 23(8-9), 998-1003. <https://doi.org/10.1016/j.neunet.2010.06.002>
- Vesper, C., van der Wel, R. P. R. D., Knoblich, G., & Sebanz, N. (2011). Making oneself predictable: reduced temporal variability facilitates joint action coordination. *Experimental Brain Research*, 211(3-4), 517-530. <https://doi.org/10.1007/s00221-011-2706-z>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: Development of higher psychological processes*. Harvard university press.
- Wahn, B. (2016). *Limitations of visuospatial attention (and how to circumvent them)* [Tesis doctoral, Universität Osnabrück].
- Wahn, B., Czeszumski, A., & König, P. (2018). Performance similarities predict collective benefits in dyadic and triadic joint visual search (X. Wan, Ed.). *PLOS ONE*, 13(1), e0191179. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0191179>

- Wahn, B., Czeszumski, A., Labusch, M., Kingstone, A., & König, P. (2020). Dyadic and triadic search: Benefits, costs, and predictors of group performance. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 82(5), 2415-2433. <https://doi.org/10.3758/s13414-019-01915-0>
- Wahn, B., Kingstone, A., & König, P. (2017). Two Trackers Are Better than One: Information about the Co-actor's Actions and Performance Scores Contribute to the Collective Benefit in a Joint Visuospatial Task. *Frontiers in Psychology*, 8. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00669>
- Wahn, B., König, P., & Kingstone, A. (2021). Interpersonal coordination in joint multiple object tracking. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 47(9), 1166-1181. <https://doi.org/10.1037/xhp0000935>
- Wahn, B., König, P., & Kingstone, A. (2023). Predicting group benefits in joint multiple object tracking. *Attention, Perception, & Psychophysics*. <https://doi.org/10.3758/s13414-023-02693-6>
- Wahn, B., & Schmitz, L. (2022). Labor division in collaborative visual search: a review. *Psychological Research*, 87(5), 1323-1333. <https://doi.org/10.1007/s00426-022-01767-8>
- Wolfe, J. M. (2020). Visual Search: How Do We Find What We Are Looking For? *Annual Review of Vision Science*, 6(1), 539-562. <https://doi.org/10.1146/annurev-vision-091718-015048>
- Woolley, A. W., Aggarwal, I., & Malone, T. W. (2015). Collective Intelligence and Group Performance. *Current Directions in Psychological Science*, 24(6), 420-424. <https://doi.org/10.1177/0963721415599543>
- Xie, X., Chen, W., Lei, L., Xing, C., & Zhang, Y. (2016). The relationship between personality types and prosocial behavior and aggression in Chinese adolescents. *Personality and Individual Differences*, 95, 56-61. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2016.02.002>
- Zhang, F. (2020). Neuroticism. <https://doi.org/10.1002/9781119547143.ch47>
- Zhang, Y., She, M., & Li, Z. (2023). Team workload: Review and conceptualization. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 95, 103452. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2023.103452>

APÉNDICE A: DATOS NUMÉRICOS

Tabla A.1.
Prueba T por pares para el rendimiento

Grupo 1	Grupo 2	Estadígrafo	gl	p	p ajustado
individual.nivel bajo	cooperativo.nivel bajo	-7.667835	37	0.00e+00	0.000000
individual.nivel bajo	individual.nivel alto	8.368482	37	0.00e+00	0.000000
individual.nivel bajo	cooperativo.nivel alto	-4.612951	37	4.63e-05	0.000278
cooperativo.nivel bajo	individual.nivel alto	9.727866	37	0.00e+00	0.000000
cooperativo.nivel bajo	cooperativo.nivel alto	3.737577	37	6.26e-04	0.004000
individual.nivel alto	cooperativo.nivel alto	-10.332161	37	0.00e+00	0.000000

Tabla A.2.
Medias observadas vs medias estimadas para el rendimiento

Condición	Dificultad	Media observada	ES	Media estimada	ES
individual	nivel bajo	92.171	0.553	96.930	0.672
cooperación	nivel bajo	96.930	0.302	92.171	0.672
individual	nivel alto	84.781	1.115	94.825	0.672
cooperación	nivel alto	94.825	0.405	84.781	0.672

Tabla A.3.
Prueba T por pares para el tiempo de respuesta

Grupo 1	Grupo 2	Estadígrafo	gl	p	p ajustado
individual.nivel bajo	cooperación.nivel bajo	-7.612035	37	0.000	0e+00
individual.nivel bajo	individual.nivel alto	-11.491987	37	0.000	0e+00
individual.nivel bajo	cooperación.nivel alto	-15.020053	37	0.000	0e+00
cooperación.nivel bajo	individual.nivel alto	-1.301602	37	0.201	1e+00
cooperación.nivel bajo	cooperación.nivel alto	-8.953345	37	0.000	0e+00
individual.nivel alto	cooperación.nivel alto	-6.957289	37	0.000	2e-07

Tabla A.4.

Medias observadas vs medias estimadas para el tiempo de respuesta

Condición	Dificultad	Media observada	ES	Media estimada	ES
individual	nivel bajo	4.010	0.146	5.782	0.214
cooperación	nivel bajo	5.782	0.210	4.010	0.214
individual	nivel alto	6.178	0.232	8.109	0.214
cooperación	nivel alto	8.109	0.252	6.178	0.214

Tabla A.5.

Tabla de inferencia posterior para el porcentaje de aciertos (Dificultad baja)

	Promedio	Acumulativo
Actual	97	2908
Predicción (d.e.)	92 (0.59)	2763 (17.63)
IC 95 %	[91, 93]	[2731, 2798]
Efecto absoluto (d.e.)	4.8 (0.59)	144.5 (17.63)
IC 95 %	[3.7, 5.9]	[110.1, 177.0]
Efecto relativo (d.e.)	5.2 % (0.67 %)	5.2 % (0.67 %)
IC 95 %	[3.9 %, 6.5 %]	[3.9 %, 6.5 %]

¹ Probabilidad del área de la cola posterior $p < 0.001$

Tabla A.6.

Tabla de inferencia posterior para el tiempo de respuesta (Dificultad baja)

	Promedio	Acumulativo
Actual	6.3	189.4
Predicción (d.e.)	4.2 (0.056)	124.8 (1.685)
IC 95 %	[4, 4.3]	[121, 127.9]
Efecto absoluto (d.e.)	2.2 (0.056)	64.6 (1.685)
IC 95 %	[2, 2.3]	[61, 68.0]
Efecto relativo (d.e.)	52 % (2.1 %)	52 % (2.1 %)
IC 95 %	[48 %, 56 %]	[48 %, 56 %]

¹ Probabilidad del área de la cola posterior $p < 0.001$

Tabla A.7.

Tabla de inferencia posterior para el porcentaje de aciertos (Dificultad alta)

	Promedio	Acumulativo
Actual	95	2845
Predicción (d.e.)	85 (0.53)	2540 (15.92)
IC 95 %	[84, 86]	[2509, 2572]
Efecto absoluto (d.e.)	10 (0.53)	304 (15.92)
IC 95 %	[9.1, 11]	[273.2, 335]
Efecto relativo (d.e.)	12 % (0.7 %)	12 % (0.7 %)
IC 95 %	[11 %, 13 %]	[11 %, 13 %]

¹ Probabilidad del área de la cola posterior $p < 0.001$

Tabla A.8.

Tabla de inferencia posterior para el tiempo de respuesta (Dificultad alta)

	Promedio	Acumulativo
Actual	8.7	259.7
Predicción (d.e.)	6.6 (0.13)	196.7 (3.99)
IC 95 %	[6.3, 6.8]	[189.3, 204.9]
Efecto absoluto (d.e.)	2.1 (0.13)	63.0 (3.99)
IC 95 %	[1.8, 2.3]	[54.9, 70.4]
Efecto relativo (d.e.)	32 % (2.7 %)	32 % (2.7 %)
IC 95 %	[27 %, 37 %]	[27 %, 37 %]

¹ Probabilidad del área de la cola posterior $p < 0.001$

APÉNDICE B: ABREVIATURAS

SIGLAS

ACP Análisis de Componentes Principales. 23, 30

BF Big Five - Modelo de los Cinco Grandes Factores de Personalidad. 13

CI Coeficiente Intelectual. 19, 30

IC Inteligencia Cristalizada. 19, 23, 30

IF Inteligencia Fluida. 23, 30, 31, 32

MOT Multiple Object Tracking - Rastreo visual de objetos. 6, 7, 19, 21, 33, 34, 35, 37

NEO PI-R Inventario de Personalidad NEO Revisado. 19, 23

PC Porcentaje de Respuestas Correctas. 23, 25, 26, 29

Shipley-II Shipley-II Escala Breve de Inteligencia. 19

TDC Tiempo de Conocerse. 23, 30, 31

TR Tiempo de Respuesta. 4, 5, 22, 23, 25, 26, 29, 30