



**Efectos del entrenamiento a través de videojuegos serios en el
control cognitivo en adultos mayores: estudio piloto**

Artículo

Autor

Diana Carolina Rincón Martínez

Directora

Blanca Janeth Hernández Jaramillo

Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud

Maestría en Ciencias de la Rehabilitación

Universidad del Rosario

Bogotá - Colombia

2020



EFECTOS DEL ENTRENAMIENTO A TRAVÉS DE VIDEOJUEGOS SERIOS EN EL CONTROL COGNITIVO EN ADULTOS MAYORES: ESTUDIO PILOTO

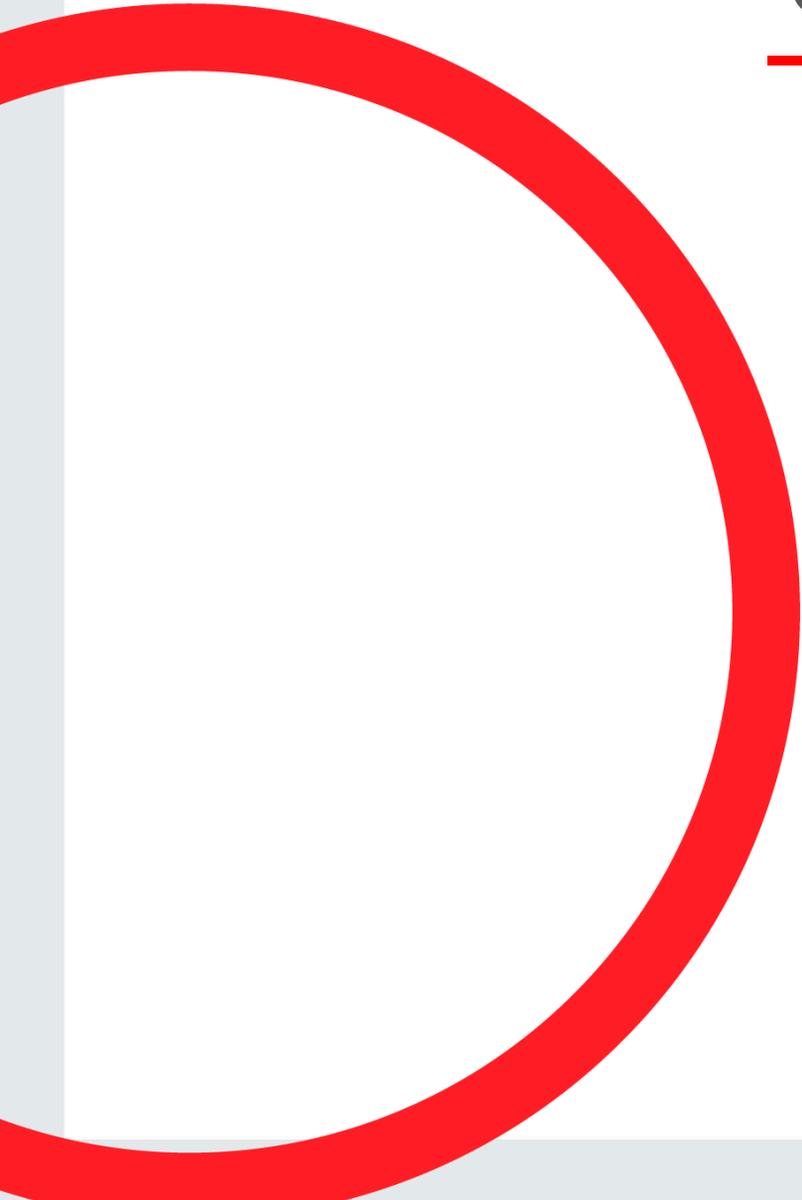
Maestrante: Diana Carolina Rincón Martínez

Directora de tesis: Blanca Janeth Hernández Jaramillo

Línea de investigación: Estudios tecnológicos en rehabilitación

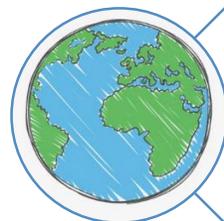
Maestría en Ciencias de la Rehabilitación

Contenido

- 
- Planteamiento del problema
 - Evidencia científica
 - Objetivos
 - Metodología
 - Análisis de datos
 - Discusión
 - Conclusiones

Planteamiento del problema

Envejecimiento



Informe Perspectivas de la Población Mundial (2017), 962 millones de personas mayores de 60 años, proyecta una población de 1.400 millones en 2030.



Crecimiento 3,18% promedio anual.
2050: 14,1 millones de personas mayores - 23% población.
2018: índice de envejecimiento 58,71, comparado 29,21 registrado 2005 (DANE, 2020).

Planteamiento del problema

Envejecimiento y cognición

Envejecimiento proceso natural y multidimensional contempla cambios biológicos, psicológicos, cognitivos y sociales (Rodríguez, 2010).

Transformaciones en el funcionamiento cognitivo global: habilidades mantienen, potencian, declive o pérdida. (Papalia, Sterns, Feldman & Camp, 2009).

Alteraciones memoria, velocidad de procesamiento y funciones ejecutivas (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2015).

El control cognitivo es particularmente frágil en la vejez (Anguera et al., 2013).

Personas con demencia: 82 millones en 2030 y 152 millones en 2050 (OMS, 2020). En Colombia, la prevalencia es del 9,4% (Minsalud, 2017).

Planteamiento del problema

Entrenamiento cognitivo



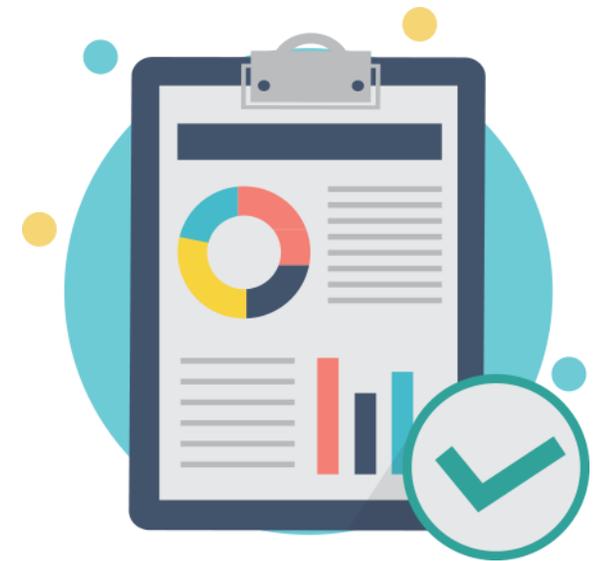
Videojuegos serios



- Escasa evidencia acerca del efecto de los videojuegos serios sobre las funciones de control cognitivo.
- Los hallazgos relacionados con la transferencia a dominios entrenados (transferencia cercana) y no entrenados (transferencia lejana) es contradictoria (van Muijden, Band, & Hommel, 2012).
- Limita el uso de videojuegos serios en estimulación cognitiva.

Evidencia científica

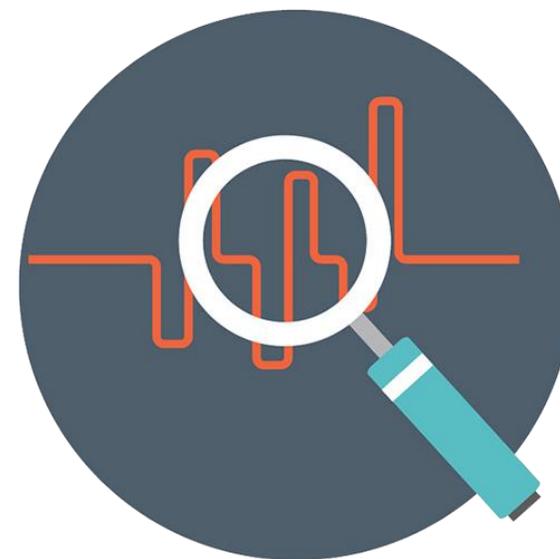
- El entrenamiento cognitivo y la intervención terapéutica, pueden enlentecer e incluso evitar el deterioro cognitivo en la vejez, al activar áreas latentes del cerebro y facilitar la neuroplasticidad (Bapka et al., 2017).
- El declive se asocia a la alta de práctica, restricciones en participación de actividades cotidianas, comunitarias y sociales (Dixon & Hulstsch, citado por Papalia et al. 2009).
- El entrenamiento con videojuegos demuestra cambios significativos en la atención, la memoria operativa, la velocidad de procesamiento y la capacidad visuoespacial, se traducen en una mejora en el desempeño de actividades cotidianas (Nouchi, et al.; 2013); (Toril, Reales, & Ballesteros, 2014).
- Los videojuegos serios permiten la exposición a múltiples estímulos que pueden entrenar diversas funciones cognitivas (Bapka et al., 2017). Se considera como una alternativa potencial a los programas tradicionales de papel y lápiz (Ballesteros et al., 2014).



Objetivos

Objetivo General

Explorar el efecto del entrenamiento con el videojuego serio “Entrena tu cerebro©” sobre tareas de control cognitivo en adultos mayores.



Objetivos Específicos

- Analizar el video juego serio “Entrena tu cerebro©” con el fin de identificar los dominios y las demandas cognitivas de su uso.
- Seleccionar y adaptar tareas de evaluación de control cognitivo para ser usadas como medidas pre y post del efecto del entrenamiento.
- Describir el perfil de funciones de control cognitivo de los participantes antes y después del entrenamiento con el fin de identificar cambios en los dominios de atención selectiva, velocidad de procesamiento, inhibición y funciones ejecutivas.
- Explorar la influencia de las variables independientes en los resultados obtenidos en los dominios de atención selectiva, velocidad de procesamiento, inhibición y funciones ejecutivas.
- Identificar cambios y mejoras de los aspectos metodológicos del estudio para su aplicación en una futura investigación.

Metodología



Fase 1
Diseño del
entrenamiento



Fase 2
Reclutamiento
de participantes



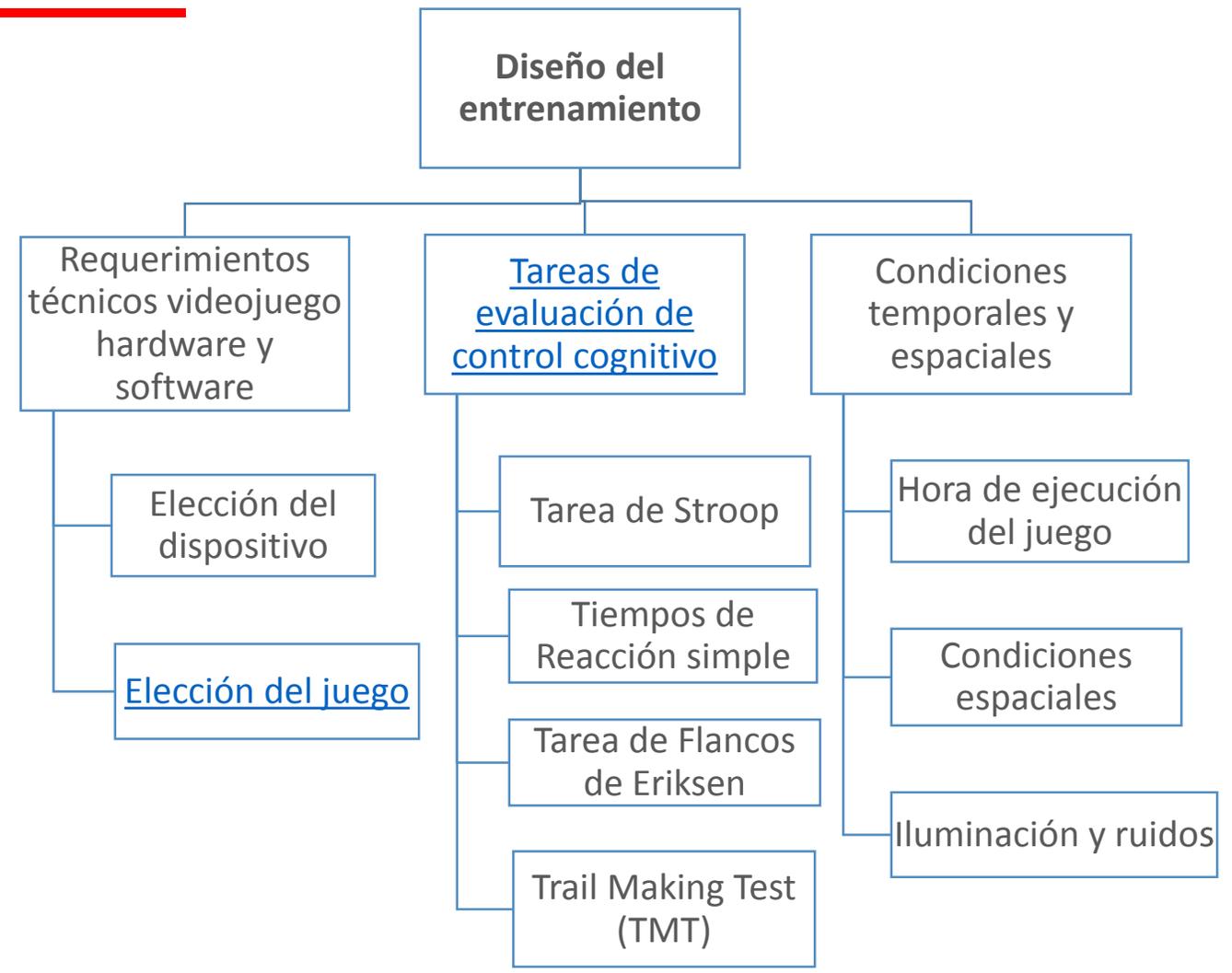
Fase 3
Entrenamiento



Fase 4
Análisis de
datos

Estudio piloto cuasi-experimental pre-post test

Fase 1



Videojuego “Entrena tu cerebro©”

- Juego desarrollado por Tellmewow dentro del proyecto Senior Games.
- Diseñar juegos de estimulación cognitiva para adultos mayores.
- Gratuita y se encuentra disponible para dispositivos Android e iOS (Tellmewow, 2020).
- Colección de 5 juegos: atención, razonamiento, memoria, coordinación y visuoespaciales (Tellmewow, 2020).



Análisis de actividad



Mentales globales

Mentales específicas

Sensoriales

Neuromusculoesqueléticas y relacionadas con el movimiento

De los sistemas cardiovascular, hematológico, inmunológico y respiratorio

De la piel y estructuras relacionadas

Adaptado de: Thomas Heather. Occupation-Based Activity Analysis. Second Edition. Slack Inc.: Grove Road. 2015. Appendix A. and, WHO. (2001). International classification of functioning, disability, and health : ICF. Geneva :World Health Organization.

VARIABLES

Dependientes	Atención selectiva	Tarea de Flancos de Eriksen
	Velocidad de Procesamiento	Tiempos de Reacción simple
	Inhibición	Tarea de Stroop
	Funciones ejecutivas	Trail Making Test (TMT)
Independientes	Sexo	
	Edad	
	Nivel de escolaridad	
	Estrato socioeconómico	
	Experiencia previa en videojuegos	
	Tiempo de experiencia con videojuegos	
	Participación en programas de estimulación cognitiva	
	Desempeño de otros videojuegos durante el entrenamiento	
Estados emocionales	Afectos positivos y negativos (PANAS)	

Entrena tu cerebro: Juegos de Atención



Rompecabezas



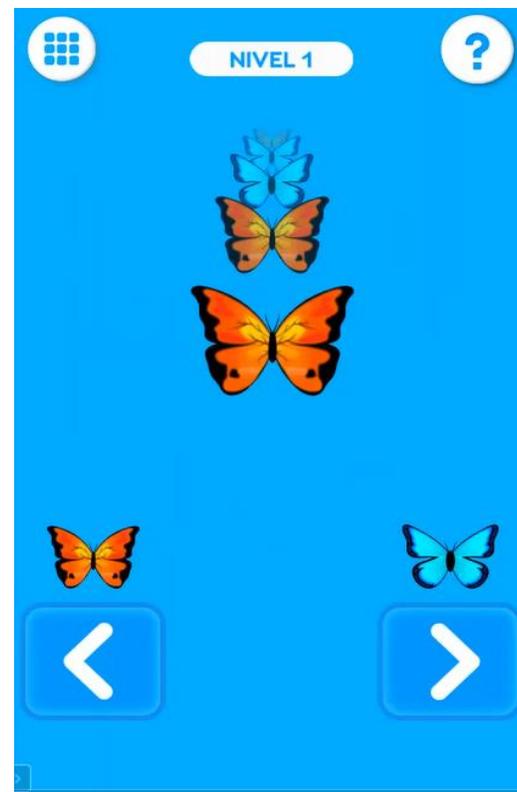
Objetos Escondidos



Sopa de Letras

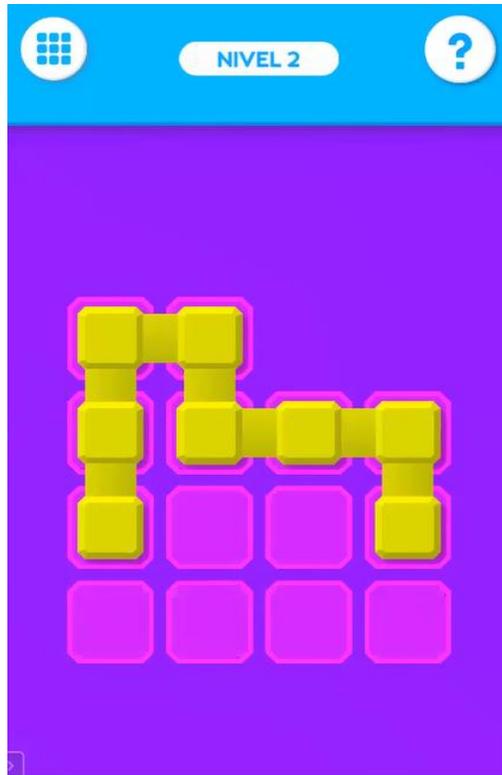


Encuentra al Intruso



Lado Correcto

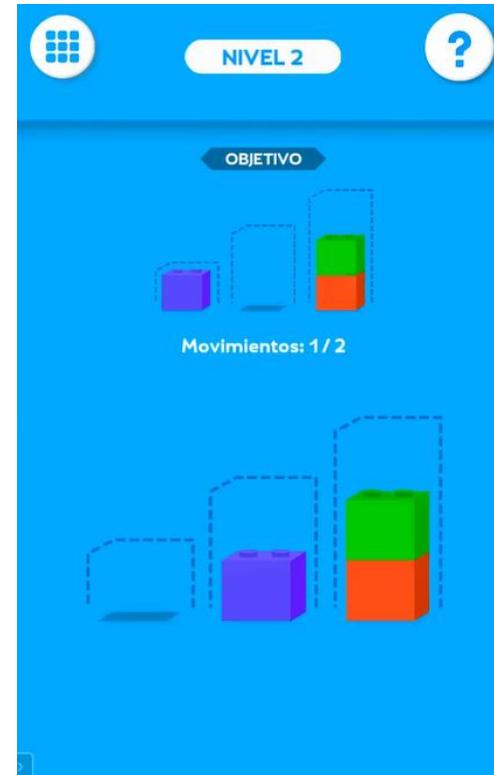
Entrena tu cerebro: Juegos de Razonamiento



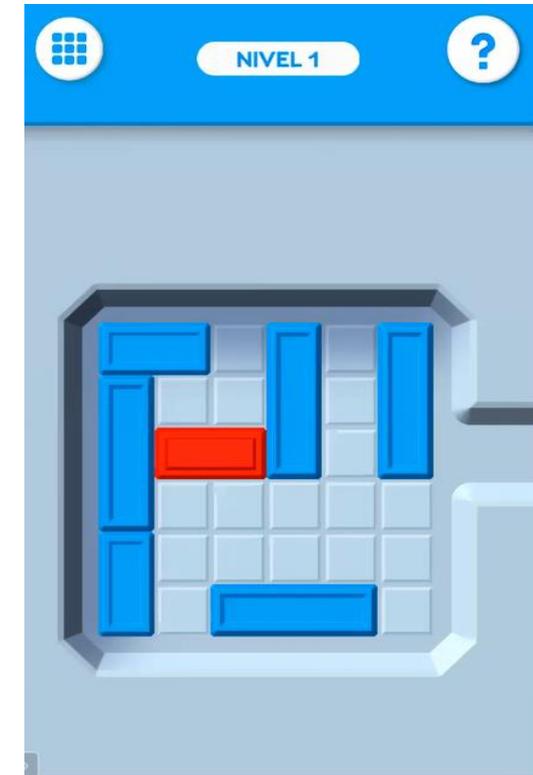
Una Línea



Suma de Números



Construye la Torre



Bloques Deslizantes

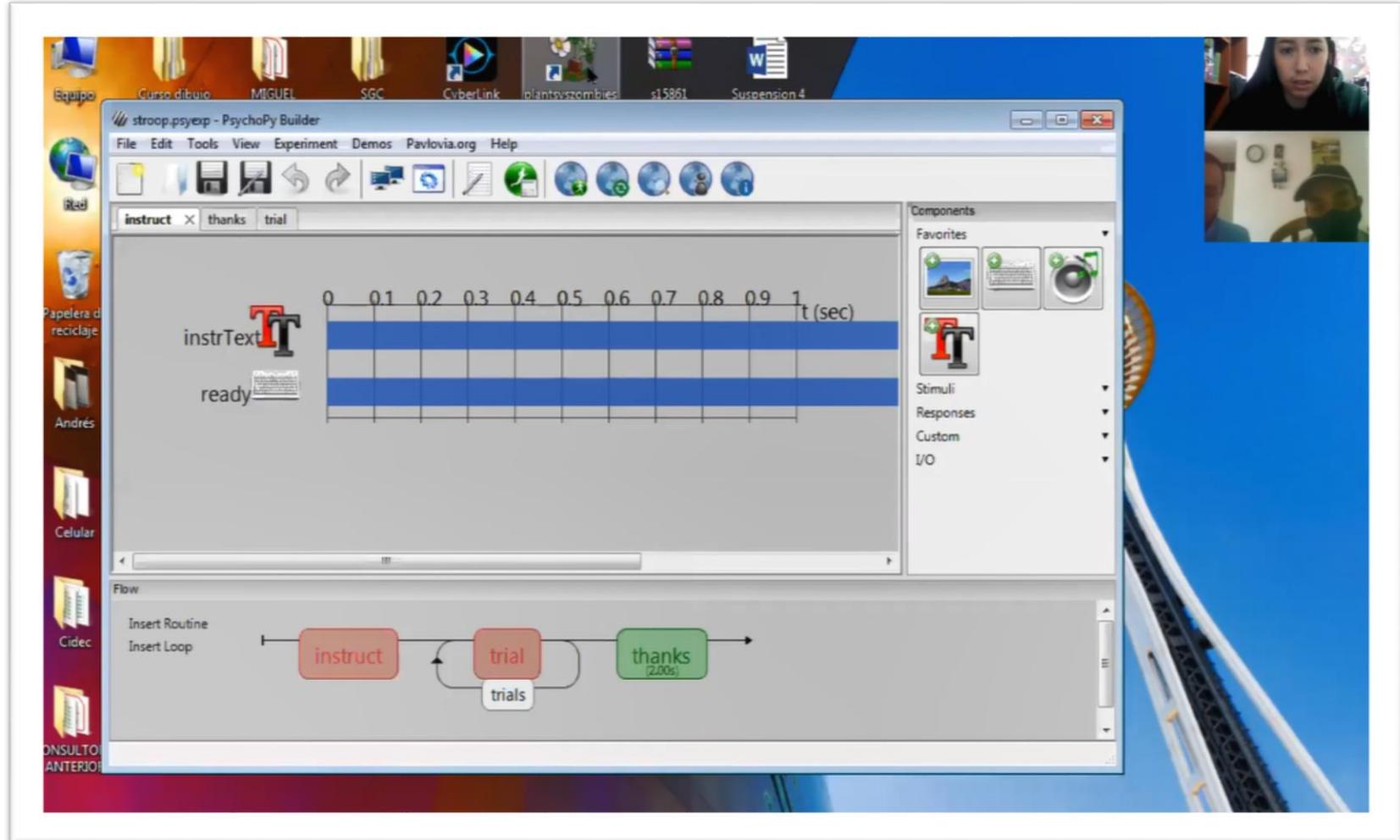


PsychoPy 3[®]

Supported by



University of
Nottingham
UK | CHINA | MALAYSIA



The screenshot shows the PsychoPy Builder interface for a Stroop experiment. The main window displays a timeline from 0 to 1 second with components 'instrText' and 'ready' overlaid. A flow diagram below shows the sequence: 'instruct' -> 'trial' (looped) -> 'thanks (2,00s)'. The interface includes a menu bar, toolbar, and a 'Components' panel on the right.

Tarea de Stroop

En esta tarea se presentarán nombres de colores (rojo, verde y azul) escritos en diferentes colores de tinta.

Ignore el significado y señale el color de la tinta con que está escrita cada palabra.

Presione

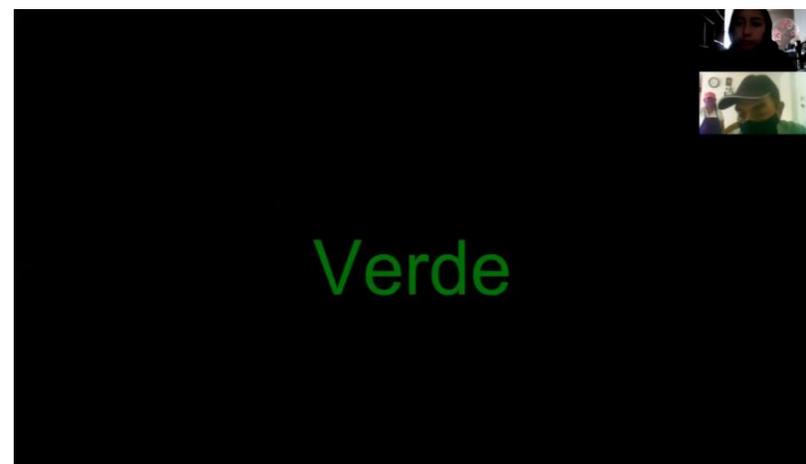
IZQUIERDA: para letras rojas

ABAJO: para letras verdes

DERECHA: para letras azules

(Esc terminará la tarea)

Presione cualquier letra para continuar

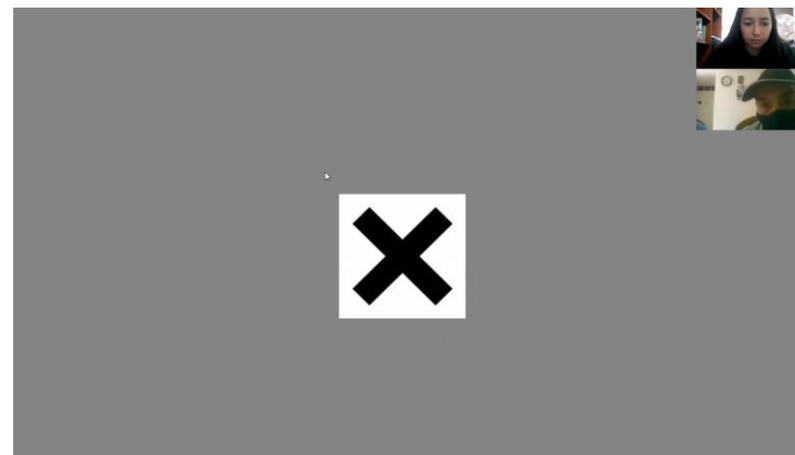
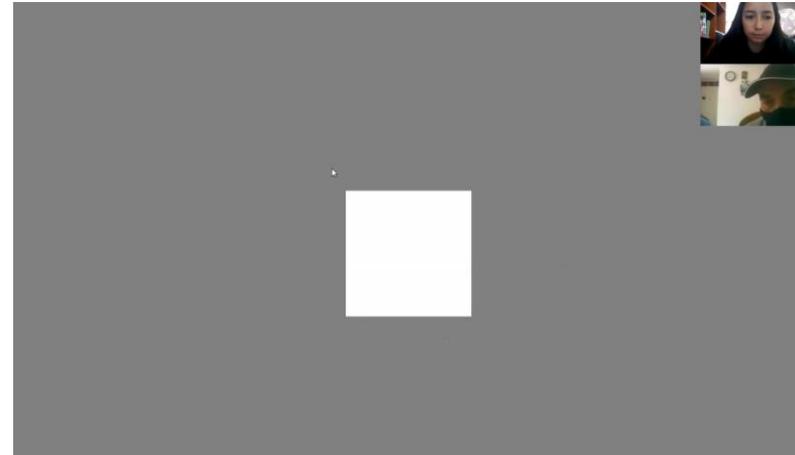


Tiempos de Reacción Simple

En esta tarea debes pulsar la barra de espacios siempre que veas aparecer una 'X'.

Comenzaremos con un breve entrenamiento.

Presiona la barra de espacios para empezar.



Tarea de Flancos de Eriksen

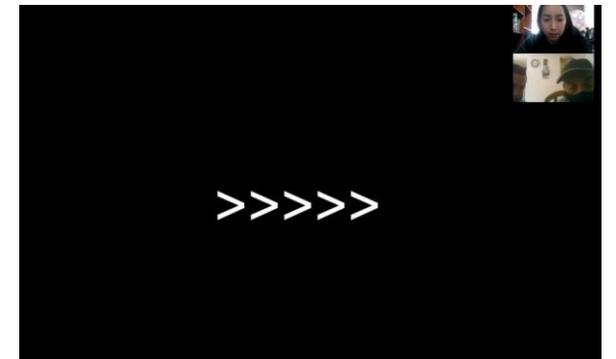
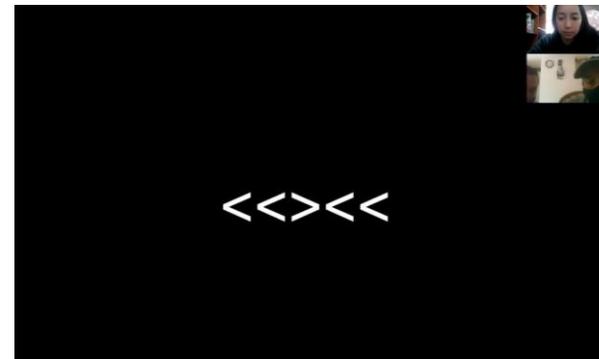
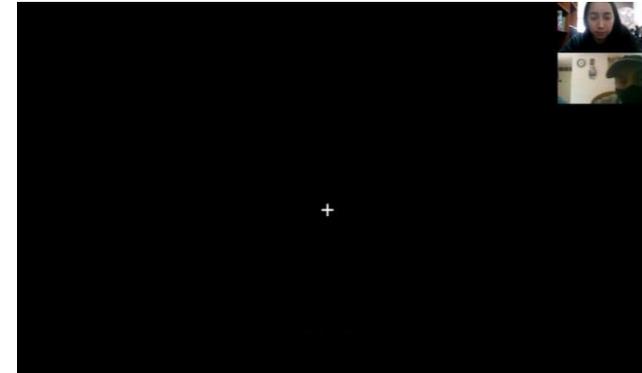
Cada ensayo comenzará con una cruz de fijación (+) en el centro de la pantalla.

Enseguida se presentarán brevemente una serie de cinco flechas

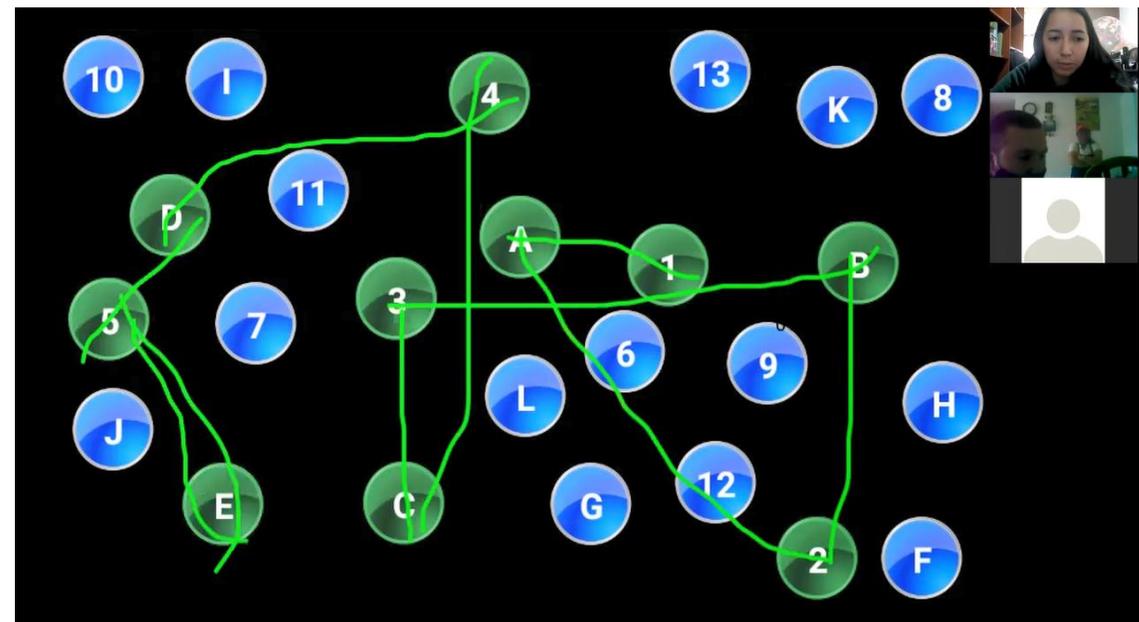
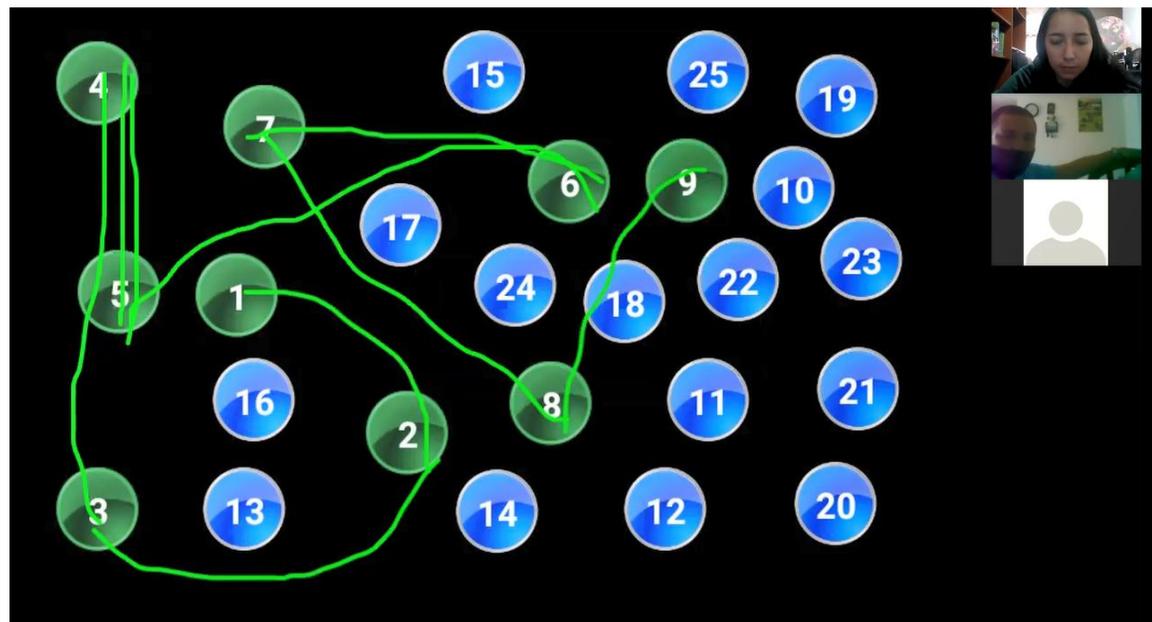
Por favor, indica la dirección de la flecha central

Presiona:
"1" si la flecha central apunta a la izquierda
"2" si la flecha central apunta a la derecha

Presiona "1" para continuar



Trail Making Test (TMT)



Fase 2

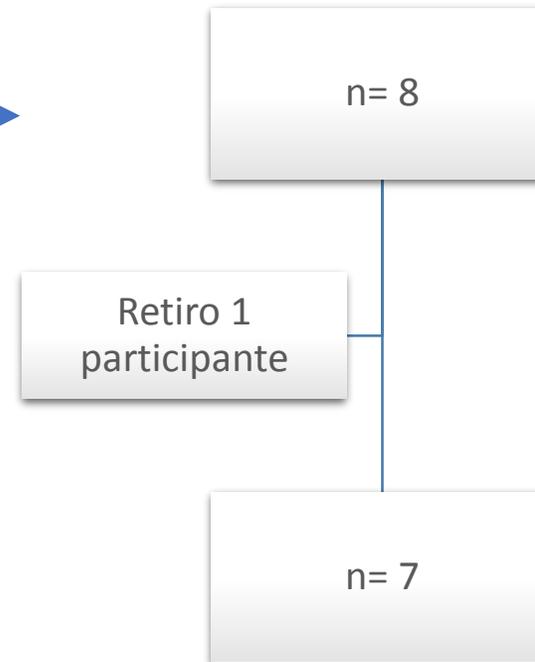
- **PARTICIPANTES:** Adultos mayores de 60 años o más, sin deterioro cognitivo.

CRITERIOS DE INCLUSIÓN	CRITERIOS DE EXCLUSIÓN
Hombres y mujeres con edades de 60 años o más	Personas con alteraciones cognitivas o del comportamiento (MOCA de 25 puntos o menos)
Residentes en los departamentos de Boyacá y Cundinamarca	Personas con restricciones en la movilidad de MMSS
Personas con visión normal o corregida.	Personas que tengan alguna condición de salud física o mental que afecte el desempeño y la participación
Personas con audición normal o corregida	Personas en condición de abandono
	Personas que consuman medicamentos que interfieran en las funciones cognitivas

Fase 2 - Muestra

Carácter de estudio piloto

Capacidad logística y económica



Fase 2 – Características de los participantes

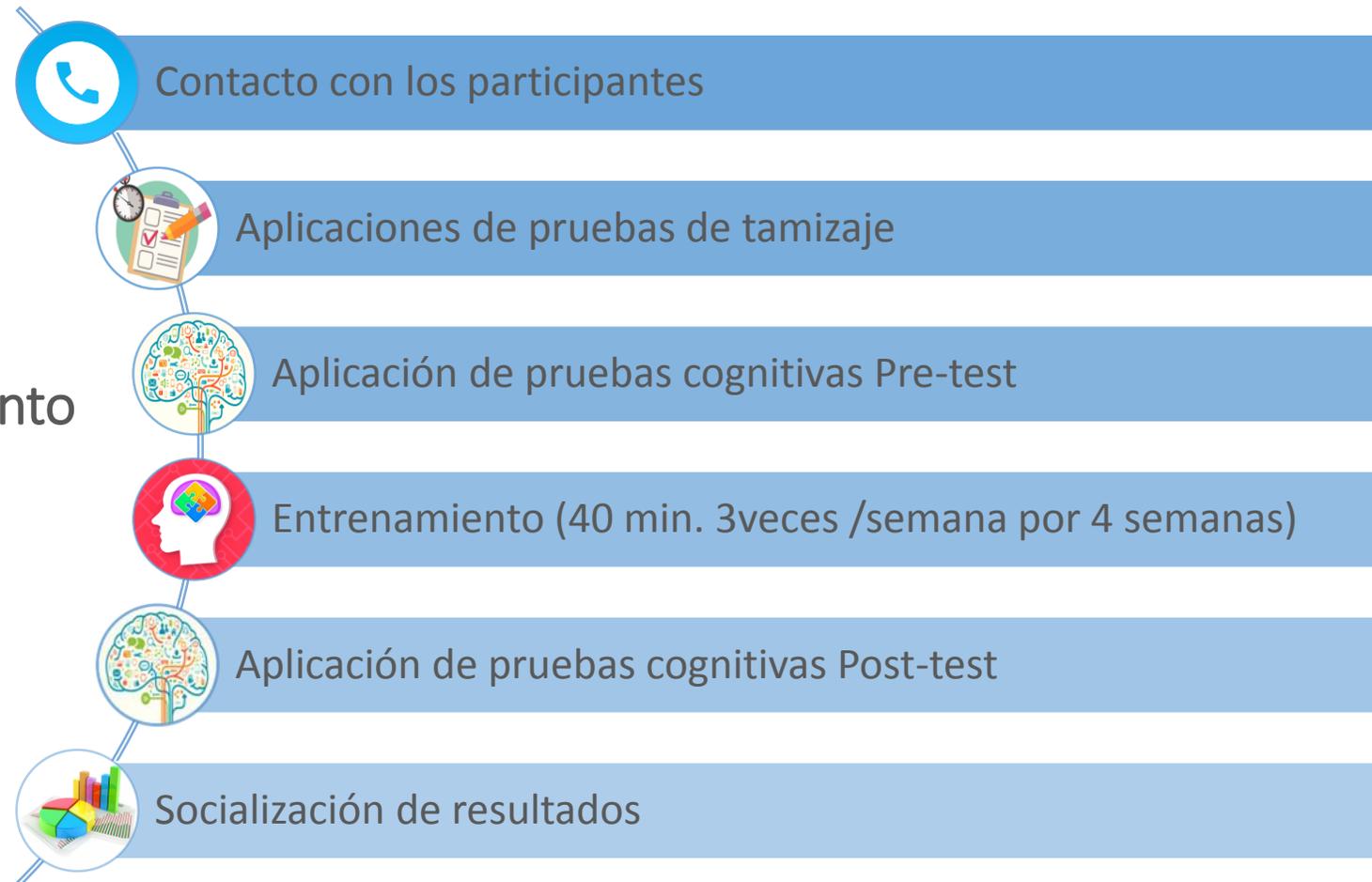
Edad (años), media \pm DS	65,14 \pm 4,67
Sexo n (%)	
Femenino	5 (71,4)
Masculino	2 (28,6)
Departamento de residencia n (%)	
Boyacá	3 (42,9)
Cundinamarca	4 (57,1)
Nivel educativo n (%)	
Primaria incompleta	2 (28,6)
Primaria	2 (28,6)
Técnico/Tecnólogo	3 (42,9)
Estrato socioeconómico n (%)	
Estrato 2	4 (57,1)
Estrato 3	3 (42,9)

Uso dispositivo visual n (%)	7 (100)
Uso dispositivo auditivo n (%)	0 (0)
Experiencia con videojuegos n (%)	5 (71,4)
Tiempo de experiencia (meses), media \pm DS	1,14 \pm 1,07
Participación programas de estimulación cognitiva n (%)	0 (0)
MOCA (Puntuación), media \pm DS	26,14 \pm 0,38
Test de la Moneda, media \pm DS	
Mano derecha	17,15 \pm 2,80
Mano izquierda	16,79 \pm 3,83



Fase 3

Procedimiento



Contacto con los participantes

DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

- Por favor, lea cuidadosamente esta información sobre el estudio de investigación titulado "Efectos del entrenamiento a través de videojuegos serios en el control cognitivo en adultos mayores: estudio piloto".

- Siéntase en completa libertad de preguntar al personal del estudio todo aquello que no entienda.

- Una vez haya comprendido la información, se le preguntará si desea participar del estudio. En caso afirmativo, deberá firmar este documento y recibirá una copia.

***Obligatorio**

1. Dirección de correo electrónico *



Descripción general

Los videojuegos serios son juegos mediados por un dispositivo electrónico que se diseñan y utilizan en el ámbito terapéutico con el propósito no solo de entrenar, sino de generar un aprendizaje y favorecer el desarrollo de destrezas, habilidades y conocimientos específicos. Estos juegos se han utilizado en rehabilitación cognitiva, con el fin de mejorar o mantener funciones como la memoria, la atención y la velocidad de procesamiento, a través del entrenamiento diario. Sin embargo, existe poca evidencia acerca del efecto de los videojuegos serios sobre las funciones de control cognitivo, entendido como la capacidad de regular el comportamiento y responder adecuadamente frente a las tareas y actividades diarias; siendo una debilidad en el uso de esta herramienta tecnológica.

La importancia de determinar el efecto de los videojuegos serios sobre el control cognitivo en adultos mayores, potenciará el uso de videojuegos serios como una estrategia novedosa y de bajo costo, que responde a la demanda de atención de adultos mayores, promoviendo la salud cognitiva y reduciendo el riesgo de dependencia.

2. Autorizo a los investigadores del estudio "Efectos del entrenamiento a través de videojuegos serios en el control cognitivo en adultos mayores: estudio piloto" para: *

Marca solo un óvalo por fila.

	Acepto	No acepto
Realizar los procedimientos descritos en este documento, necesarios para la realización del estudio de investigación	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Utilizar la información producto de este estudio en futuras investigaciones relacionadas con este tema	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tomar registro fotográfico de los diferentes procedimientos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Utilizar el registro fotográfico para eventos académicos y de divulgación (posters, congresos, simposios, entre otros)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Comunicarse conmigo para hacer los seguimientos requeridos por el estudio	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Comunicarse conmigo para invitarme a participar de otros estudios de investigación	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3. Al marcar la casilla a continuación, declara que ha leído esta información y acepta participar en el estudio *

Selecciona todas las opciones que correspondan.

Declaro que he leído la información anterior y acepto participar en el estudio

4. Nombre completo *

5. Cédula *



Pruebas de tamizaje



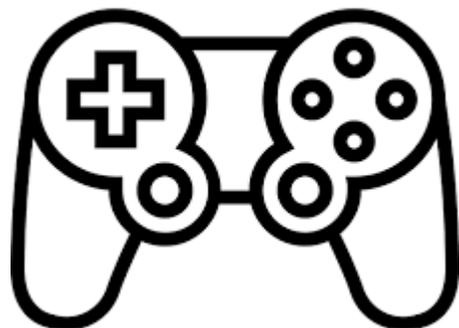
Formato de ingreso digital

Evaluación Cognitiva Montreal (MOCA por sus siglas en inglés)
(Nasreddine, et al., 2005).

Test de la moneda (Mendoza, Apostolos, Humphreys, Hanna-Pladdy, & O'Bryant,
2009).



Entrenamiento



- Acompañamiento de las sesiones a través de una aplicación de videoconferencia (Zoom[®], Google meet[®]).
- Aplicación de la Escala de afectos positivos y negativos (PANAS, por su sigla en inglés) (Watson, Clark, & Tellegen, 1988) .
- Registro de los juegos desarrollados, los puntajes obtenidos y los tiempos requerido en cada nivel, fallos técnicos o de conexión a internet.

Escala de afectos positivos y negativos PANAS

Indique el grado en que se siente así en este momento. *

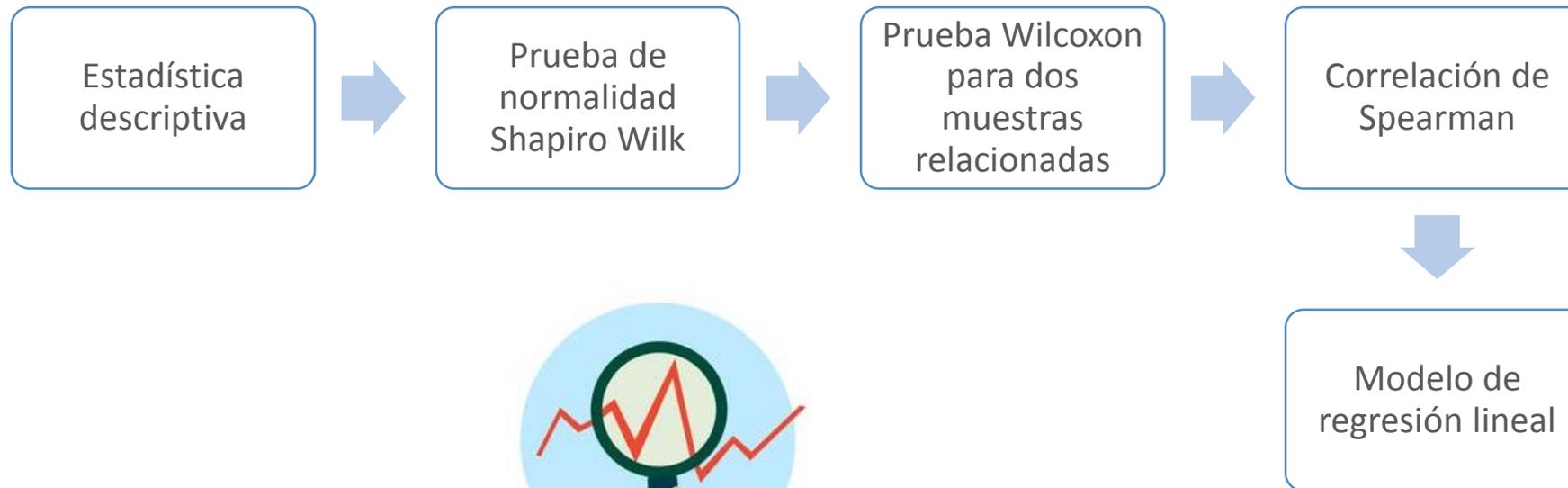
	Ligeramente o nada	Un poco	Moderadamente	Bastante	Extremadamente
Interesado	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Angustiado	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Emocionado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Triste	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fuerte	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Indique el grado en que se siente así en este momento. *

	Ligeramente o nada	Un poco	Moderadamente	Bastante	Extremadamente
Culpable	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Asustado	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Hostil	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Entusiasta	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Orgullosa	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



Análisis de datos



Wilcoxon para muestras relacionadas

	Pre-test		Post-test		Wilcoxon
	Mean	SD	Mean	SD	95% IC
Funciones ejecutivas					
TMT Parte A	151,29	30,83	119,43	19,07	[-45.00, -7.00]
TMT Parte B	265,86	78,24	245,00	84,38	[-96.00, 40.50]
TMT A+B	417,14	104,88	364,43	81,36	[-136.00, 18.00]
TMT B/A	1,74	0,33	2,12	0,96	[-0.24, 1,09]
Inhibición					
Stroop - Tasa de acierto congruencia	1,00	0,00	0,99	0,03	[-0.03, 0.00]
Stroop - Tasa de acierto incongruencia	0,96	0,05	0,98	0,03	[-0.06, 0.10]
Stroop - Tiempo de respuesta congruencia	1,62	0,61	1,26	0,16	[-0.88, 0.07]
Stroop - Tiempo de respuesta incongruencia	2,10	0,83	1,46	0,35	[-1.52, 0.13]
Velocidad de procesamiento					
Simple RTT	0,50	0,18	0,32	0,03	[-0.33, -0.04]
Atención selectiva					
Flanker task - Tasa de acierto congruencia	0,97	0,03	0,98	0,03	[-0.01, 0.04]
Flanker task - Tasa de acierto incongruencia	0,85	0,13	0,95	0,05	[0.00, 0.21]
Flanker task - Tiempo de respuesta congruencia	0,73	0,23	0,56	0,27	[-0.32, -0.02]
Flanker task - Tiempo de respuesta incongruencia	0,86	0,30	0,68	0,28	[-0.38, -0.03]

Correlación de Spearman

Variable dependiente	Variable independiente	Coefficiente de correlación
TMT Parte A	Estrato socioeconómico	-0,655
	PANAS Positivo	-0,667
Simple RTT	Nivel educativo	0,510
	PANAS Negativo	-0,523
Flanker task - Tiempo de respuesta congruencia	Sexo	-0,791
	Nivel educativo	0,567
	PANAS Positivo	1,000
Flanker task - Tiempo de respuesta incongruencia	Sexo	-0,791
	PANAS Positivo	0,893

Modelo de regresión lineal

Variable dependiente	Variable independiente	Coefficiente de correlación	R2	Beta	Valor de p
TMT Parte A	Estrato socioeconómico	-0,655	0,538	-0,312	0,473
	PANAS Positivo	-0,667		-0,525	0,254
Simple RTT	Nivel educativo	0,510	0,358	0,402	0,465
	PANAS Negativo	-0,523		-0,265	0,623
Flanker task - Tiempo de respuesta congruencia	Sexo	-0,791	0,877	-0,695	0,136
	Nivel educativo	0,567		-0,433	0,237
	PANAS Positivo	1,000		0,572	0,110
Flanker task - Tiempo de respuesta congruencia	PANAS Positivo	1,000	0,708	0,842	0,018
Flanker task - Tiempo de respuesta incongruencia	Sexo	-0,791	0,654	-0,333	0,412
	PANAS Positivo	0,893		0,567	0,194
Flanker task - Tiempo de respuesta incongruencia	PANAS Positivo	0,893	0,581	0,762	0,046

Discusión

- Los resultados de este estudio muestran efectos significativos en velocidad de procesamiento y en habilidades visuoespaciales, estos hallazgos son consistentes con la literatura (Lampit et al., 2014.; Toril et al., 2014.; Tetlow & Edwards, 2017).
- Los efectos podrían ser atribuibles al entrenamiento de diferentes habilidades cognitivas a través del videojuego multidominio, a la duración del entrenamiento (4 semanas) y a las demandas específicas identificadas en el análisis previo que se hizo de las tareas del videojuego serio “Entrena tu cerebro©” (Lampit et al., 2014.; Toril et al., 2014.; Tetlow & Edwards, 2017).
- Para los dominios de inhibición, atención selectiva y funciones ejecutivas, no se evidenciaron efectos significativos con el entrenamiento cognitivo del videojuego “Entrena tu cerebro©”. Los hallazgos en inhibición no son convergentes con los efectos significativos reportados en varios estudios (Cujzek & Vranic, 2017.; Nouchi, Saito, Nouchi, & Kawashima, 2016).
- La evidencia para los dominios de atención selectiva y funciones ejecutivas en adultos mayores sanos es poco concluyente, dada la diversidad de las intervenciones (periodicidad, duración e intensidad) y las limitaciones metodológicas (asignación no aleatoria, tamaño de muestra y diversidad en las medidas de resultado) (Gates, et al., 2019).

Discusión

- Varios estudios han reportado efectos positivos para la atención, incluso como la habilidad que mejora más después del entrenamiento (Toril et al., 2014; Tetlow & Edwards, 2017; Anguera et al., 2013; Anguera et al., 2016; Ballesteros et al., 2015). Sin embargo, otros estudios no reportan evidencia significativa y sugieren poca eficacia del entrenamiento cognitivo para el dominio de la atención en personas mayores sanas (Lampit et al., 2014; Nguyen, Murphy, & Andrews, 2019).
- El Panorama en las funciones ejecutivas es similar, algunos estudios reportan efectos significativos (Nguyen, Murphy, & Andrews, 2019; Manera et al., 2015; Nouchi et al., 2013), mientras otros informan escasa evidencia, y los relacionan con la reducción de la capacidad para generalizar una habilidad ejecutiva en la vejez (Toril et al., 2014).
- Teniendo en cuenta el poder estadístico para las variables de inhibición, atención selectiva y funciones ejecutivas (0,3 y 0,5), no muestra evidencia significativa sobre los cambios en razón al tamaño de la muestra, por consiguiente, no se puede concluir que exista o no un efecto sobre estos dominios.
- Transferencia lejana (funciones ejecutivas) los resultados no son concluyentes. Por el contrario, los efectos de transferencia cercana son significativos (velocidad de procesamiento, habilidades visuoespaciales) lo cual se relaciona con el efecto moderador del tipo de tarea reportado por Nguyen, Murphy, & Andrews (2019).

Discusión

- Con base en el análisis de regresión lineal en este estudio se determinó una relación directamente proporcional entre los tiempos de respuesta para la tarea de flancos tanto en la congruencia como en la incongruencia y el PANAS positivo, no se reporta relaciones en la literatura.
- El diseño y adaptación de las tareas de evaluación de control cognitivo (tarea de flancos de Eriksen, tiempos de reacción simple y STROOP) realizado en PsychoPy3©, aporte valioso al responder a la necesidad de establecer medidas precisas, sensibles a cambios sutiles y posibilitar la replicabilidad de este protocolo (Gates, et al., 2019).
- Análisis de tarea (Heather, 2015) realizado para cada uno de los juegos del entrenamiento cognitivo, permitió analizar los efectos de transferencia cercana y lejana, teniendo en cuenta los efectos moderadores en el tipo de tarea y las mejoras significativas en las habilidades entrenadas (Nguyen, Murphy, & Andrews, 2019).
- El acompañamiento remoto implementado en cada una de las sesiones es un aspecto fundamental, la evidencia demuestra que la supervisión de un capacitador es un factor moderador que contribuye a la adherencia y al cumplimiento de las intervenciones; por lo tanto, este estudio respondió a la necesidad de probar tecnologías emergentes que permiten la supervisión y la interacción remota (Lampit et al., 2014).

Discusión

Contar con una muestra significativa teniendo en cuenta el tamaño de efecto aproximado ($g = 0,29$; $g = 0,37$) reportado en la literatura (Lampit et al., 2014.; Toril et al., 2014).

Incluir varias tareas de evaluación en los dominios de atención y funciones ejecutivas.

Incorporar medidas de funcionalidad en actividades de la vida diaria.

Contar con un grupo de control activo que permita evidenciar el efecto del entrenamiento cognitivo.

Explorar la relación directamente proporcional entre los tiempos de respuesta y los estados emocionales positivos (PANAS).

Discusión

Medir el cambio inmediatamente después del entrenamiento y monitorear la función a lo largo del tiempo.

Realizar un acercamiento previo a las tareas de evaluación de control cognitivo para controlar un posible sesgo de familiaridad con la prueba en el post-test.

Aplicar pruebas de velocidad de conexión a internet para evitar fallos técnicos durante el desarrollo del videojuego.

Incluir un entrenamiento intensivo en el uso y configuración del dispositivo tecnológico

Conclusiones



- El presente estudio evidenció diferencias significativas en las habilidades visuoespaciales y en velocidad de procesamiento, tras el entrenamiento con el videojuego serio “Entrena tu cerebro©”.
- No fue posible demostrar cambios en la atención selectiva, la inhibición y las funciones ejecutivas asociado al tamaño de la muestra (power 0,3 – 0,5), por lo que se sugiere replicar los resultados en muestras grandes.



Gracias

Referencias



Anguera, J. A., Boccanfuso, J., Rintoul, J. L., Al-Hashimi, O., Faraji, F., Janowich, J., Gazzaley, A. (2013). Video game training enhances cognitive control in older adults. *Nature*, 501(7465), 97–101. <https://doi.org/10.1038/nature12486>

Bapka, V., Bika, I., Savvidis, T., Konstantinidis, E., Bamidis, P., Papantoniou, G., & Moraitou, D. (2017). Cognitive training in community dwelling older adults via a commercial video game and an adaptation of the virtual reality platform FitForAll: Comparison of the two intervention programs. *Hellenic Journal of Nuclear Medicine*, 20, 21–29. Retrieved from <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85042558304&partnerID=40&md5=7a21c0bada245e439fcd3482b8d5aeee>

Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (15 de Enero de 2020). DANE. Obtenido de https://sitios.dane.gov.co/cnpv/#!/juv_env_dep

Ministerio de Salud y Protección Social. (2013). *Envejecimiento demográfico. Colombia 1951-2020 dinámica demográfica y estructuras poblacionales*. Recuperado de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/PS/Envejecimiento-demografico-Colombia-1951-2020.pdf>

Nouchi, R., Taki, Y., Takeuchi, H., Hashizume, H., Nozawa, T., Kambara, T., Kawashima, R. (2013). Brain Training Game Boosts Executive Functions, Working Memory and Processing Speed in the Young Adults: A Randomized Controlled Trial. *PLoS ONE*, 8(2), 1–13. Retrieved from <http://10.0.5.91/journal.pone.0055518>

Papalia, D., Sterns, H., Feldman, R., & Camp, C. (2009). *Desarrollo del adulto y vejez*. México: McGraw-Hill/ Interamericana Editores S.A.

Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2015). *Informe Mundial sobre el Envejecimiento y la Salud*. Recuperado de <https://www.who.int/ageing/publications/world-report-2015/es/>

Ritchie, K. (2004). Mild cognitive impairment: an epidemiological perspective. *Dialogues in Clinical Neuroscience*, 6(4), 401-408.

Rodriguez, K. (2010). *Vejez y Envejecimiento*. Grupo de Investigación en Actividad Física y Desarrollo Humano. Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud, Universidad del Rosario, Bogotá: Editorial Universidad del Rosario.

United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. (2017). *World Population Prospects: The 2017 Revision, Key Findings and Advance Tables*. Working Paper No. ESA/P/WP/248.

Van Muijden, J., Band, G. P., & Hommel, B. (2012). Online games training aging brains: limited transfer to cognitive control functions. *Frontiers in Human Neuroscience*, 6(August), 1-13. doi:10.3389/fnhum.2012.00221