



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE PSICOLOGÍA

“TELE-EVALUACIÓN Y
ESTIMULACIÓN COGNITIVA POSTERIOR AL CONTAGIO POR
COVID-19”

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN PSICOLOGÍA

PRESENTA:

SAMUEL DE NOVA CASTILLO

DIRECTORA:

DRA. LAURA ELISA RAMOS LANGUREN

REVISORA:

DRA. MAURA JAZMÍN RAMÍREZ FLORES

SINODALES:

DRA. ALEJANDRA EVELY RUIZ CONTRERAS

DR. FELIPE CRUZ PÉREZ

MTRA. ISABEL TORRES KNOOP

CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX. 2024

Proyecto PAPIME-UNAM: PE308423





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.

Dedicatoria

Este trabajo se lo dedico con mucho cariño a mi abuelito Miguel, quien por años me motivó a seguir adelante con mis estudios y a superarme cada día más, estoy seguro de que, donde quiera que se encuentre, debe de estar muy feliz de ver que su dis, su señor de los dieces se convirtió en el licenciado de la casa.

Agradecimientos

Doy gracias a dios y a la vida, por haberme permitido llegar hasta este punto de mi vida y por lo lejos que he llegado. Agradezco a mi familia por apoyarme incondicionalmente en mis estudios, especialmente a mis padres, por la educación que me brindaron, por los esfuerzos que hicieron para apoyarme a lo largo de mi vida, por brindarme lo mejor de cada uno y por el amor que me han transmitido. También agradezco a mi abuelita Susana, quien siempre me ha brindado de su apoyo y amor a través de distintas maneras, especialmente con sus deliciosos platillos.

A mi hermano Ivan, por brindarme una infancia llena de buenos y divertidos recuerdos, también agradezco a Mari e Ivan por apoyarme y estar presentes en los momentos más importantes de mi vida, además de contar con la presencia de Alexito, los felicito por ser unos extraordinarios padres, estoy seguro de que llegarán lejos y que impulsarán a Alex a cumplir todos sus sueños y objetivos. A mi tío Omar, por también brindarme muy buenos momentos durante mi infancia, además de ser un tío a quien quiero y respeto mucho, por estar presente en momentos importantes de mi vida, además de regalarme muy agradables momentos en compañía de Lisa.

A mi tía Alicia, mi tío Antonio, mi madrina Marlenne y mi padrino Salvador, por apoyarme a lo largo de mi vida, por motivarme a seguir adelante. A Alfredo, Ferrer, Izel, Christian, Nacho, Yael, Edgar y Jeff, quienes, en compañía de Memo, de mi hermano Ivan y de mi tío Omar, me regalaron tantas risas y tantos momentos inolvidables fuera y dentro del búnker, también les doy las gracias por ser parte de momentos importantes de mi vida, por motivarme a seguir adelante y por tener una hermandad que valoro con todo mi corazón, se les quiere mucho mis hermanos. A toda mi familia materna y paterna, especialmente a mi tío Pancho, mi tía Natalia y mi madrina Lety, por motivarme a seguir adelante y de compartir la alegría de mis logros.

A la doctora Laura Elisa Ramos Languren, por recibirme en su laboratorio, por ser una extraordinaria profesora, por darme la oportunidad de desempeñarme dentro del área de psicobiología y neurociencias a través de sus maravillosos proyectos de investigación. También agradezco a mis compañeros de laboratorio y al maravilloso equipo de investigación de la doctora Languren, especialmente a Andrés, Noelia, Isaac, Andrea, Gaby y Brenda.

A mi revisora de tesis, la doctora Maura Jazmín, a mis sinodales, el doctor Felipe Cruz, la doctora Alejandra Ruiz y la maestra Isabel Torres, por sus maravillosas aportaciones en mi tesis. A todos los profesores y profesoras con quienes tuve el gusto de tomar clase, especialmente al doctor Hugo Sánchez, a la doctora Olga Rojas, a la doctora Gabriela Orozco, al doctor Raúl Reyes, a la doctora Ana Celia Chapa y a la doctora Alejandra Valencia.

A mi mejor amiga, la poderosa Dianitaaaaaa, por la hermosa amistad que hemos construido a lo largo del tiempo, amistad de la que estoy completamente seguro, durará para toda la vida, Diana te agradezco por apoyarme en todo momento, también por ser parte de momentos increíbles y por tantas risas jajajajajaja, jamás olvidaré cada uno de los momentos que hemos compartido, estoy muy feliz de contar con tu amistad y de ser una persona muy importante para ti, estoy muy orgulloso de todo lo que has logrado malditaaaaaa, estoy seguro de que seguirás creciendo mucho y que lograrás cumplir todas tus metas en compañía del buen Mau, a quien también quiero y estimo mucho, muchas gracias a ambos por ser parte de mi vida y de recibirme en su hogar, en compañía de la preciosa Venus. Por cierto, Diana muchas gracias por estarme apresurando con la tesis jajajajaja, te amo mucho amiga, de verdad gracias por tanto, qué bueno que vinieron.

A los galácticos, Dany, Fer, Isis y Ali, con quienes he construido una hermosa amistad en compañía de Diana, por todo el apoyo que he recibido de ellos, por los maravillosos momentos que hemos compartido a lo largo de los años, porque han sido parte de momentos importantes en mi vida, estoy seguro de que nuestra amistad durará por muchos años más y que creceremos juntos a lo largo de la vida, son unos maravillosos amigos a los que quiero y estimo mucho.

A mi amiga Jacqui, con quien compartí maravillosos momentos desde segundo semestre, especialmente en cada regreso en metrobus, Jacqui muchas gracias por regalarme una hermosa amistad, valoro cada momento que hemos compartido, especialmente todo el apoyo que me has brindado a través de los años, eres una amiga a quien quiero y admiro mucho, a

pesar de que la vida adulta nos ha impedido vernos con frecuencia, sabes que siempre podrás contar conmigo y que nuestra amistad siempre estará intacta.

A los increíbles amigos que conocí durante la licenciatura, especialmente a Ambar, Ross, Andrés, Noelia, Ale, Ximena, David y a Wendys, gracias por los increíbles momentos que hemos pasado juntos, por cada trabajo en equipo y por hacer que la licenciatura fuera más agradable, estoy seguro de que seguirán llegando lejos y que seguirán siendo unos excelentes profesionistas. También agradezco a mis compañeros de trabajo, especialmente a Liss, Coco, Danae y Alitzel, por el apoyo que me han brindado durante mi estancia en Utel.

A mis amigos de CCH, especialmente a César, Gustavo, Panchito, Daniel, Luis, Lili, Diana, Paloma, Elisa, Dayana, Jair, Gibran, Anita, George y a Adri, gracias por regalarme increíbles momentos durante el bachillerato, sé que cada uno está en su propio camino, pero siempre recordaré los buenos momentos que me regalaron.

A la psicóloga Marleen Nallely, por su excelente dedicación dentro del área clínica y por ser una profesionista de calidad que me ha ayudado a nivel psicológico en los últimos 5 años, muchas gracias por todo su apoyo y por ser parte de mi crecimiento personal y psicológico.

Y con broche de oro, quiero agradecerle a Luis Miguel, por su maravillosa carrera artística y profesional, muchas gracias por regalarnos tantas canciones que me han permitido expresar, sentir y experimentar aquellas emociones y sentires que son difíciles de apalabrar, su música me ha acompañado desde hace años, especialmente en la elaboración de este escrito. Luis Miguel es una persona que, a pesar de no tener el honor de conocerlo personalmente, es alguien a quien admiro, respeto y quiero mucho, es un modelo a seguir.

Índice

Resumen.....	7
Introducción	8
Marco teórico	9
¿Qué es la COVID-19?	9
¿Qué es el virus SARS-CoV-2?.....	12
Variantes del virus SARS-CoV-2	14
Vacunas COVID-19.....	17
Infecciones virales y respuestas neurológicas.....	20
Evidencia de infección cerebral por el virus SARS-CoV-2.....	22
Cognición.....	24
Síndrome post COVID-19	30
Antecedentes de alteraciones cognitivas derivadas del contagio por el virus SARS-CoV-2.....	31
Depresión y calidad de vida posterior a la recuperación de COVID-19.....	35
Plasticidad cerebral	36
Estimulación cognitiva: NeuroNation.....	37
Teleneuropsicología.....	40
Planteamiento del problema.....	40
Justificación	41
Objetivo.....	42
Hipótesis	43
Hipótesis específicas	43
Consideraciones éticas	43
Método	44

Diseño de investigación	44
Muestreo	44
Criterios de inclusión	44
Criterios de exclusión	45
Criterios de eliminación	45
Participantes	45
Definición de grupos	46
Modalidad	46
Entrenamiento cognitivo	46
Lugar	47
Variables independientes	47
Variables dependientes	47
Instrumentos	47
Procedimiento	49
Análisis estadístico	53
Resultados	54
Discusión	88
Conclusión	97
Alcances y limitaciones	98
Referencias	100
Anexos	111

Resumen

Diversos estudios han encontrado que los pacientes recuperados de la COVID-19 presentan alteraciones en su estado cognitivo, emocional y de calidad de vida, esto se puede atribuir a la cascada de efectos propios de la inflamación cerebral, al tiempo transcurrido de la recuperación, a los niveles de depresión, ansiedad y al nivel de gravedad de la enfermedad. El objetivo general de este estudio es evaluar el estado cognitivo, los niveles de depresión y de calidad de vida antes y después de utilizar un entrenamiento de estimulación cognitiva (NeuroNation) en una muestra de personas recuperadas de COVID-19 que reportan quejas subjetivas en memoria y en aquellas que no. Las evaluaciones se realizaron bajo la modalidad en línea en 2 fases (preentrenamiento y postentrenamiento), se utilizaron las pruebas: Evaluación Cognitiva de Montreal (MoCA), Índice de Memoria de Trabajo (IMT) de la Escala Wechsler de Inteligencia para Adultos IV (WAIS IV), Instrumento WHOQoL Breve Versión en español e Inventario de Depresión de Beck. Se descubrieron diferencias significativas en los resultados de la subprueba de aritmética del IMT. Los resultados sugieren que las alteraciones cognitivas se asocian con la enfermedad en sí, pero no es la única causante de ello ya que hay diferentes variables a considerar; NeuroNation es una herramienta que puede contribuir mejoras en memoria de trabajo y en el rendimiento cognitivo para las personas recuperadas de la enfermedad.

Palabras clave: COVID-19, SARS-COV-2, NeuroNation, cognición, depresión

Introducción

La pandemia global producida por la enfermedad COVID-19 que inició en Wuhan, China en diciembre de 2019, posteriormente el 27 de febrero de 2020 la Secretaría de Salud detectó el primer caso de COVID-19 en México, 21 días después se reportó la primera defunción asociada a este virus, este ha dejado hasta la fecha (16 de enero de 2023) un total de 748.23 millones de contagios acumulados y 6.76 millones de muertes acumuladas a nivel mundial, mientras que en México hay 7.34 millones de contagios y 332,109 muertes acumuladas (Our world in data, 2023).

A lo largo de la pandemia por la enfermedad COVID-19, se han realizado diversas investigaciones para conocer las alteraciones cognitivas que se derivan de un contagio por el virus SARS-CoV-2, debido a los hallazgos de alteraciones cognitivas, neurológicas y neuropsiquiátricas tanto en la etapa aguda como a largo plazo (Estrada, Cervantes, y Rodríguez, 2023).

Rodrigo Ramos Zúñiga (como se menciona en Mata, 2021) explica que hay dos periodos en los que el coronavirus SARS CoV-2 puede afectar las funciones cognitivas: en la etapa aguda de la enfermedad y en la etapa posterior, que la comunidad científica identifica como síndrome post-COVID, COVID prolongado, secuelas postagudas de la infección por SARS CoV-2, efectos a largo plazo del COVID o enfermedades crónicas COVID-19; para fines del presente estudio se utilizará el término síndrome post COVID-19.

Hay personas que después de un año de haber padecido COVID-19 pueden presentar alteraciones de la memoria, de la atención y concentración. Esta es una condición que depende de tres variables fundamentales: el nivel de gravedad de COVID-19; las condiciones de salud previas, y el seguimiento clínico. La vacunación es una variable favorable, contribuye a que la gravedad potencial de los síntomas en la etapa aguda y las secuelas que pudieran presentarse sean menores (Mata, 2021). Las líneas de investigación actuales están realizando estudios más

allá de la afección pulmonar, dado que se involucra el estudio del sistema nervioso central en el momento agudo de la enfermedad y con manifestaciones clínicas a largo plazo, como es el deterioro cognitivo.

Para poder comprender este tema y comprobar si las personas recuperadas del contagio presentan alteraciones mentales, en este escrito se abordará qué es la enfermedad COVID-19, el virus SARS-CoV-2, sus variantes, cuál ha sido el papel de las vacunas, cuáles son las respuestas inmunitarias del encéfalo, cómo el coronavirus actual y otros virus similares han afectado al cerebro, funciones cognitivas, qué efectos cognitivos se han detectado en los pacientes con la enfermedad, síndrome post COVID-19, cómo se afectó el estado cognitivo, los niveles de depresión y de calidad de vida durante la pandemia, qué se sabe de plasticidad cerebral y de herramientas de estimulación cognitiva que puedan ser de ayuda para las personas con alteraciones cognoscitivas, así como de la importancia que ha tenido la teleneuropsicología.

Marco teórico

¿Qué es la COVID-19?

La COVID-19 es una enfermedad respiratoria viral generada por el virus SARS CoV-2, un virus de ARN monocatenario miembro de la familia Coronaviridae. La principal vía de transmisión es la respiratoria, a través de las gotículas proyectadas al toser, estornudar o hablar, el virus es fácilmente contagioso y se transmite rápidamente de persona a persona por contactos cercanos; las gotas respiratorias de más de cinco micras son capaces de transmitirse a una distancia de hasta dos metros y las manos contaminadas con estas secreciones seguido del contacto con la mucosa de la boca, nariz u ojos pueden generar un contagio, es por ello que las medidas de protección contemplan el uso de mascarillas o cubrebocas, el lavado de manos con

agua y jabón, la ventilación, el confinamiento y el distanciamiento social (Maguiña, Gastelo y Tequen, 2020).

La COVID-19 puede ser responsable de diversas características clínicas, que van desde una condición de salud asintomática hasta síntomas críticos de la enfermedad. Según la agencia estadounidense Centros para el Control y Prevención de Enfermedades (Centers for Disease Control and Prevention CDC, 2022) los síntomas pueden aparecer de 2 a 14 días después de la exposición al virus, cualquier persona puede tener síntomas de leves a severos, los síntomas son los siguientes: fiebre o escalofríos, tos, dificultad para respirar, fatiga, dolores musculares o corporales, dolor de cabeza, pérdida del gusto o del olfato, dolor de garganta, congestión o secreción nasal, náuseas o vómito, diarrea, entre otros.

De acuerdo con la Guía clínica para el tratamiento de la COVID-19 en México (Gobierno de México, 2021), la enfermedad se puede clasificar como asintomática, leve, moderada y grave a partir de los signos y síntomas que presente la persona. Se considera asintomática cuando hay ausencia de signos y síntomas; leve cuando no hay evidencia de neumonía o hipoxia, la saturación de oxígeno en la sangre (SpO₂) es mayor o igual a 94; moderada cuando hay signos y síntomas clínicos de neumonía como fiebre, tos, disnea, respiración rápida, no hay signos graves de neumonía, incluida una SpO₂ mayor o igual a 90 y se considera grave cuando hay signos y síntomas de neumonía como fiebre, tos, disnea respiración rápida y puede presentarse una frecuencia respiratoria superior a 30 respiraciones por minuto, dificultad respiratoria grave o SpO₂ menor de 90 siendo así que los pacientes necesiten ventilación mecánica.

En los primeros meses de la pandemia, cuando aún no existían las vacunas para tratar la COVID-19 ni surgían las variantes del virus SARS-CoV-2, Maguiña, Gastelo y Tequen (2020) mencionan que la fase uno de la enfermedad, se produce con la inoculación y el establecimiento temprano del virus, la prueba RT-PCR nasofaríngea es positiva, los

anticuerpos o inmunoglobulinas IgM (inmunoglobulina M) e IgG (inmunoglobulina G) son generalmente negativos y según la Sociedad Española de Farmacia Clínica, Familiar y Comunitaria SEFAC (2020) en esta fase se pueden presentar síntomas leves como: malestar general, fiebre, tos seca, diarrea, anosmia o acro isquemia.

En la fase dos, también llamada fase pulmonar, inicia aproximadamente entre el día 8 y 15, los investigadores señalan que hay una multiplicación viral y una inflamación pulmonar, los pacientes que llegan a esta etapa pueden desarrollar una neumonía viral con tos, fiebre y probablemente hipoxia, en ese momento, la mayoría de los pacientes con COVID-19 deben ser hospitalizados y su tratamiento puede variar en función de si han desarrollado o no hipoxia. Se ha observado que la prueba RT-PCR es positiva al obtener una muestra de vías aéreas bajas a través de un lavado bronco alveolar, la serología IgM/IgG comienza a ser positiva a partir del sexto día.

Finalmente, en la fase tres (inflamatoria) de COVID-19 ocurre aproximadamente a partir del día 10 a 15, la enfermedad pasa a ser grave y produce hiperinflamación sistémica. Una minoría de pacientes, en especial adultos mayores de 65 años y pacientes inmunodeprimidos o con otros factores de riesgo (enfermedades cardíacas, diabetes, enfermedades respiratorias crónicas, cáncer, inmunosupresión, enfermedades renales, sobrepeso/obesidad, tabaquismo) llegan a esta etapa, en la que se puede detectar shock, vasoplejía (disminución en la resistencia vascular sistémica con un elevado gasto cardíaco), insuficiencia respiratoria e, incluso, colapso cardiopulmonar, si hay algún órgano sistémico afectado, esto se manifestará en este periodo. En autopsias de algunos pacientes fallecidos en Italia, se ha observado que algunas personas presentaban trombosis venosa en pulmones y miembros inferiores.

Es importante mencionar que las fases de la enfermedad COVID-19, así como los signos y síntomas pueden variar en cada persona por diversos factores como, por ejemplo, la

edad, antecedentes médicos, la variante del virus SARS-CoV-2 con la que se presentó el contagio, entre otros.

¿Qué es el virus SARS-CoV-2?

Como se mencionó anteriormente, es un virus de ARN monocatenario, miembro del género Betacoronavirus, de la familia *Coronaviridae* dentro del reino Riboviria. Datos del Instituto Nacional De Salud Pública de México INSP (2020) indican que el virus SARS-CoV-2 es un nuevo coronavirus, esta clase de virus se caracteriza por tener picos o espigas en forma de corona, de ahí es que proviene el término “corona”. Los virus mencionados son comunes en diferentes especies animales como camellos, gatos y murciélagos, una hipótesis acerca del origen de la enfermedad COVID-19 menciona que los murciélagos podrían ser el origen del brote debido a que el SARS-CoV-2 es muy similar al coronavirus SARS del murciélago.

Los coronavirus humanos son comunes en todo el mundo, fueron identificados por primera vez en 1966, hasta el año 2020 se han identificado siete coronavirus que pueden infectar a los seres humanos: Los coronavirus tipos 229E (alfa), NL63 (alfa), OC43 (beta) y HKU1 (beta) que comúnmente causan enfermedades respiratorias leves a moderadas, mientras que los coronavirus MERS-CoV (coronavirus del síndrome respiratorio del medio oriente) y SARS-CoV (coronavirus del síndrome respiratorio agudo severo), con frecuencia causan enfermedades graves. En raras ocasiones, los coronavirus que infectan a animales pueden evolucionar e infectar a humanos, como lo han sido el SARS-CoV, MERS-CoV y en la actualidad SARS-CoV-2, causante de la pandemia de la enfermedad COVID-19 (Instituto Nacional De Salud Pública, 2020).

Según Fernández y sus colaboradores (2021) el virus SARS-CoV-2 tiene un diámetro de 50 a 200 nm, su interior está compuesto por proteínas y por ARN de polaridad positiva, esto significa que el virus se comporta como un ARN mensajero por el cual se producen proteínas,

por lo tanto, este coronavirus no necesita un intermediario de ADN para producir nuevas partículas virales.

Como se mencionó, estructural y filogenéticamente, el coronavirus SARS-CoV-2 es similar al coronavirus SARS-CoV y al MERS-CoV, tal y como lo menciona la *National Library of Medicine* NIH (2022), en la Figura 1 se muestra un ejemplo de las cuatro proteínas estructurales de dicho virus: espiga también conocida como Spike o glicoproteína espicular (S), glicoproteína de la cubierta (E), nucleocápside (N), proteína de la membrana (M), adicional a estas también cuenta con 16 proteínas no estructurales y de 5 a 8 proteínas accesorias.

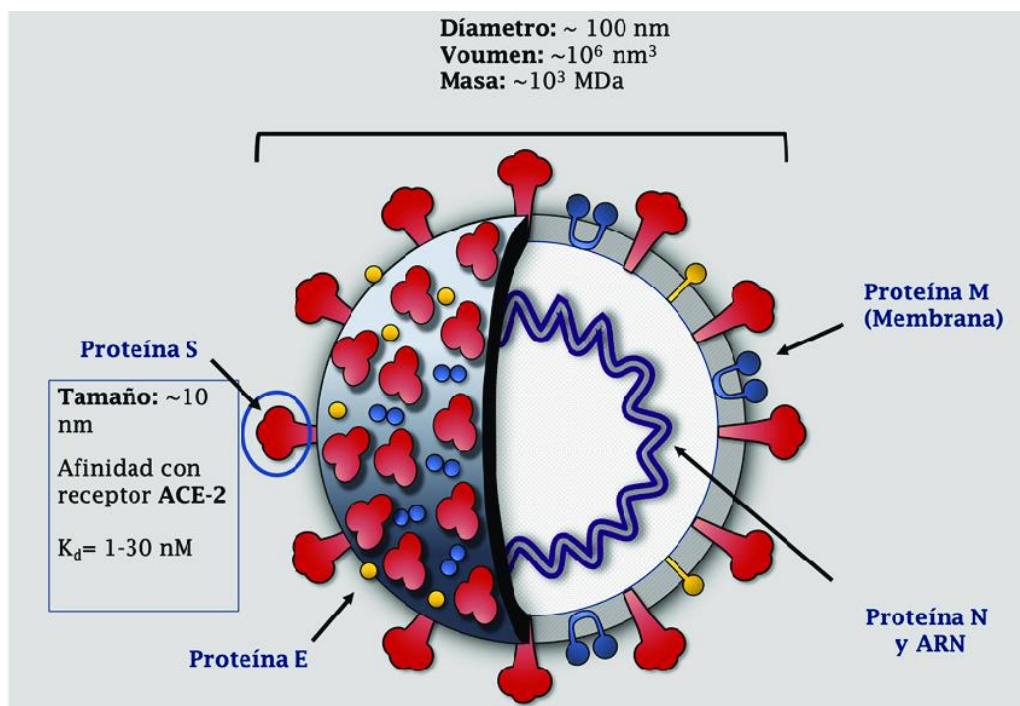


Figura 1. Estructura del virus SARS-CoV-2

“Kd” hace referencia a la constante de disociación, utilizada para medir la afinidad de unión, es decir, la fuerza de la interacción de la unión entre una sola biomolécula (por ejemplo, proteínas o ADN) con un ligando de unión (por ejemplo, fármaco o inhibidor). Adaptado de Representación esquemática del virus SARS-CoV-2, de Durán-Álvarez, J.C. & Avelar, Carolina & Almaguer, Daniel, 2020, https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Representacion-esquemática-del-virus-SARS-CoV-2_fig1_342744979

La espiga superficial (S) que se parece a una corona está ubicada en la superficie externa del virión, se divide en una subunidad S1 que facilita la incorporación del virus a la célula

huésped y una subunidad S2 carboxilo, que contiene un péptido de fusión el cual tiene un dominio transmembrana y un dominio citoplásmico, lo cual hace responsable a S2 de la fusión con la membrana celular del virus (Huang et al., 2020).

La proteína S se compone alrededor de 1160 y 1400 aminoácidos, la subunidad S1 tiene una división en la cual se encuentra un dominio de unión a receptor en el hospedador (RBD), representa el único sitio de unión del SARS-CoV-2 con los receptores de las células humanas, específicamente, de la enzima convertidora de angiotensina humana 2 (ACE2), el SARS-CoV-2 ingresa a las células huéspedes a través de la espiga de este coronavirus que se une a los receptores ACE2. Estos se encuentran abundantemente en el epitelio respiratorio, aunque estos receptores también se encuentran en otros órganos, como el cerebro, esófago superior, el corazón, la vejiga, el riñón y el estómago (Huang et al., 2020).

La glicoproteína de la cubierta (E) está encargada del ensamblaje de las partículas virales y de la liberación de estas en la célula huésped, la nucleocápside N es el material genético del virus, en este caso del SARS-CoV-2, dicho material se encuentra envuelto por una estructura proteica llamada cápside; la principal característica de N es que participa en el ensamblaje y la reproducción del virus. La proteína M es aquella que permite la curvatura de la membrana viral y también tiene como función asociar la membrana del virus con N y, asimismo, mantener estable la estructura del virus (Boopathi, Poma & Kolandaivel, 2021).

Variantes del virus SARS-CoV-2

Es importante mencionar que a lo largo de la pandemia por COVID-19, esta enfermedad ha tenido diferentes variantes en el virus SARS-CoV-2; estas han generado que los síntomas, las fases de la enfermedad y la estructura del virus varíen. Existen cinco variantes de preocupación que han surgido a lo largo de la pandemia, se les conoce como VOC debido a que existe evidencia que respalda una mayor transmisibilidad, casos más graves de enfermedad

(por ejemplo, mayor cantidad de hospitalizaciones o muertes), reducción significativa en la neutralización por los anticuerpos generados durante una infección anterior o la vacunación, menor efectividad de los tratamientos o las vacunas, o fallas de detección de diagnóstico.

La mayoría de las VOC que fueron detectadas en su momento, se les conoce posteriormente como variantes de bajo monitoreo (VBM) que se debe a que, en un determinado momento, las VOC ya no se detectan, están circulando a niveles muy bajos o ya no representan un riesgo para la salud pública (CDC, 2022). A continuación, se describen las cinco variantes de preocupación que han surgido a lo largo de la pandemia según los datos de la NIH (2022).

Alfa. La primera variante de preocupación descrita por el Reino Unido en septiembre de 2020 (designada como VBM el 21 de septiembre de 2021) tenía 17 mutaciones en el genoma viral, de las cuales ocho (deleción $\Delta 69-70$, deleción $\Delta 144$, N501Y, A570D, P681H, T716I, S982A, D1118H) se encontraban en la proteína Spike (S), una de estas mutaciones (N501Y) generó una mayor unión viral con el receptor ACE2. Se informó que era entre un 43% y un 82% más transmisible, según estudios realizados esta variante generaba un nivel grave de la enfermedad COVID-19 y se asoció con una mayor tasa de mortalidad en comparación con otras variantes registradas hasta el momento en el que se descubrió.

Beta. Reportada por primera vez en octubre de 2020 (designada como VBM el 21 de septiembre del 2021), incluye nueve mutaciones (L18F, D80A, D215G, R246I, K417N, E484K, N501Y, D614G y A701V) en la proteína espiga, de las cuales tres mutaciones (K417N, E484K y N501Y) se encuentran en el RBD y aumentan la unión con los receptores ACE 2. Es un 50% más infecciosa que el virus original y es más resistente a tratamientos con anticuerpos monoclonales, sueros convalecientes y sueros posteriores a la vacunación. No hay evidencia de que esta variante sudafricana cause COVID-19 grave para la mayoría de las personas, al igual que, con la versión original, el riesgo sigue siendo mayor para las personas mayores y aquellas con afecciones de salud significativas.

Gamma. Descubierta en Brasil en enero de 2021 (designada como VBM el 21 de septiembre del 2021), es capaz de infectar a personas que ya se habían infectado previamente, esta cepa contiene 10 mutaciones en la proteína Spike (L18F, T20N, P26S, D138Y, R190S, H655Y, T1027I V1176, K417T, E484K y N501Y) y tres mutaciones (L18F, K417N, E484K) se localizan en RBD, similar a la variante Beta. Gamma presenta resistencia a tratamientos con anticuerpos monoclonales, sueros convalecientes y sueros posteriores a la vacunación.

Delta. Reportada por primera vez en India en diciembre de 2020 (designada como VBM el 14 de abril de 2022), alberga diez mutaciones (T19R, (G142D*), 156del, 157del, R158G, L452R, T478K, D614G, P681R, D950N) en la proteína Spike. Datos publicados por el gobierno británico indican que delta es entre 40 y 60% más transmisible que la variante alfa (detectada en Inglaterra) y casi dos veces más transmisible que la cepa original del SARS-CoV-2 identificada en Wuhan, China.

Ómicron. Descubierta en Sudáfrica en noviembre de 2021, fue rápidamente reconocido como un VOC debido a más de 30 cambios en la proteína Spike del virus junto con el fuerte aumento en el número de casos observados en Sudáfrica.

Las mutaciones notificadas incluyen T91 en la envoltura, P13L, E31del, R32del, S33del, R203K, G204R en la proteína de la nucleocápside, D3G, Q19E, A63T en la matriz, N211del/L212I, Y145del, Y144del, Y143del, G142D, T95I , V70del, H69del, A67V en el dominio N-terminal de la espiga, Y505H, N501Y, Q498R, G496S, Q493R, E484A, T478K, S477N, G446S, N440K, K417N, S375F, S373P, S371L, G339D en la unión al receptor, D796Y en el péptido de fusión de la espiga, así como muchas otras mutaciones en las proteínas no estructurales y la proteína espiga, muestra un aumento de 13 veces en la infectividad viral y es 2.8 veces más infecciosa que la variante Delta.

Datos del Gobierno de México (2022) informaron que, en Julio de 2022, se presentó un incremento de casos COVID-19, en el cual predomina la variante Ómicron; en este contexto,

a las personas infectadas se les recomienda un periodo de aislamiento de siete días a partir del inicio de síntomas, esto se basa en los hallazgos científicos que sugieren un periodo de transmisión y de incubación menor en comparación con otras variantes, como la variante Delta.

Vacunas COVID-19

Uno de los mayores avances científicos ha sido la creación de las vacunas COVID-19. La CDC (2022) menciona que estas vacunas son efectivas para proteger a las personas de enfermarse gravemente, ser hospitalizadas e incluso morir, las vacunas son seguras, ofrecen protección adicional a las personas que tuvieron la enfermedad, incluida la protección contra la hospitalización por una nueva infección.

Las vacunas reducen las probabilidades de que una persona se infecte por el virus y también disminuye la probabilidad de infectar a otras personas, son muy eficaces para prevenir la enfermedad grave, la hospitalización y la muerte causada por las variantes del virus SARS-CoV-2 e incluso cuando una persona contrae el virus después de haber sido vacunada, es más probable que presente síntomas leves de la enfermedad o incluso sea asintomática. Al igual que otras vacunas que se usan para diferentes enfermedades, las vacunas contra COVID-19 brindan mayor protección cuando las personas se mantienen al día con la cantidad recomendada de dosis y refuerzos.

Algunas de las vacunas contra la enfermedad COVID-19 requieren una o dos dosis para generar su protección máxima contra el virus. Sin embargo, datos de la Organización Panamericana de la Salud OPS (2022) informan que la eficacia o el nivel de anticuerpos disminuyen de cuatro a seis meses después de haber recibido la vacuna, esto no significa que se pierde de manera absoluta la protección contra el virus, al contrario, el cuerpo ya tiene la capacidad de identificar al virus cuando este entra en el organismo y por consiguiente genera anticuerpos que lo protegen contra el SARS-CoV-2.

El problema surge cuando no hay anticuerpos disponibles para hacerle frente al virus de manera inmediata y debe pasar un cierto período de tiempo para que el cuerpo identifique al virus y posteriormente produzca los anticuerpos necesarios, de ahí la importancia de recibir las dosis refuerzo de las vacunas COVID-19 para que con estas el organismo tenga niveles óptimos de anticuerpos y en caso de que el virus SARS-CoV-2 entre en el cuerpo, los anticuerpos podrían hacerle frente de manera inmediata y así prevenir que el virus dañe al organismo.

Una dosis de refuerzo es una dosis adicional que se administra a una persona que ha completado su esquema de vacunación (haber recibido las dosis necesarias para obtener el mayor grado de protección de la vacuna administrada). La OPS (2022) recomienda administrar una dosis de refuerzo a las personas mayores de 18 años entre cuatro y seis meses después de tener el esquema completo de vacunación, principalmente a adultos mayores y personas inmunodeprimidas.

Las vacunas COVID-19 están diseñadas para preparar al sistema inmunológico ante una infección por el virus SARS-CoV-2. Se han desarrollado diversos tipos de vacunas, según la Secretaría de Salud (2021) las vacunas contra COVID-19 se clasifican de la siguiente manera:

- *Vacunas con virus inactivados o atenuados*: Son aquellas que utilizan un virus previamente inactivo o atenuado, de modo que no provoca la enfermedad, pero aun así genera una respuesta inmunitaria.
- *Vacunas basadas en proteínas*: Utilizan fragmentos inocuos de proteínas o estructuras proteicas que imitan el virus causante de COVID-19, con el fin de generar una respuesta inmunitaria.

- *Vacunas con vectores virales*: Se caracterizan por tener un virus genéticamente modificado que no puede provocar la enfermedad, pero sí puede producir proteínas de coronavirus para generar una respuesta inmunitaria segura.
- *Vacunas con ARN y ADN*: Son aquellas en las que se usa un enfoque pionero que utiliza ARN o ADN genéticamente modificados para generar una proteína que por sí sola desencadena una respuesta inmunitaria.

Es importante mencionar que en cada país se utilizan diferentes vacunas COVID-19, esto se debe a los requisitos de aprobación que se maneja en cada nación. En el caso de México, se tiene convenio con diferentes farmacéuticas, en la siguiente tabla (ver Tabla 1) se muestran las vacunas aprobadas según los datos de la Secretaría de Salud (2021) y de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (2022).

Tabla 1.

Características de las vacunas aprobadas en México

Vacuna (farmacéutica)	Nombre común	Efectividad	Diseño	Dosis para esquema completo	Intervalo entre dosis	Edad de inicio de aplicación
BNT162b2 (Pfizer, Inc./BioNTech)	Pfizer	95%	ARN mensajero	2	3-6 semanas	12 años
AZD1222 Covishield (AstraZeneca)	Astra	70%	Vector viral no replicante	2	8-12 semanas	18 años
Gam-COVID-Vac (Centro Nacional Gamaleya)	Sputnik V	92%	Vector viral no replicante	2	3-12 semanas	18 años
CoronaVac (Sinovac Research and	Sinovac	56% a 85%	Virus inactivado	2	4-5 semanas	18 años

Development Co)						
Ad5-nCoV Covidecia (CanSino Biologics Inc)	Cansino	57.5%	Vector viral no replicante	1	No aplica	18 años
BBV152 Covaxin (CanSino Biologics Inc)	Covaxin	78% a 93%	Virus inactivado	2	4 semanas	18 años
Ad26.COVS2-S (Janssen-Cilag)	Janssen	66%	Vector viral no replicante	1	No aplica	18 años
Spikevax (Moderna)	Moderna	94%	ARN mensajero	2	4-6 semanas	18 años

Nota. En la columna número 4 se muestra el diseño que tiene cada una de las vacunas aprobadas por la Secretaría de Salud de México (2021), estas se clasifican como: vacunas con virus inactivados o atenuados, vacunas basadas en proteínas, vacunas con vectores virales y vacunas con ARN y ADN. El esquema completo hace referencia al número de dosis necesarias para que la vacuna otorgue su máxima protección (efectividad).

Infecciones virales y respuestas neurológicas

Los investigadores asiáticos Yang y Zhou (2019) consideran que el cerebro es un órgano inmunológicamente inactivo en comparación con otros; esto se debe a que la respuesta inmune del cerebro es uno de los factores clave involucrados en la aparición y progresión de una amplia gama de enfermedades o alteraciones neurológicas, esto significa que la respuesta del sistema inmunológico en el cerebro podría ser contraproducente para una persona. La neuroinflamación es la respuesta inmune innata del tejido neural para contener la infección y eliminar patógenos, restos celulares y proteínas mal plegadas de manera genérica. Cuando aparece la neuroinflamación inicialmente podría tener una respuesta de resolución en el tejido cerebral, pero en las enfermedades neurológicas crónicas la neuroinflamación es persistente y perjudicial para las células neuronales y por consiguiente en la salud de la persona.

Según de Erausquin y su equipo de trabajo (2021), existen virus de diversas familias que han generado alteraciones neurológicas agudas y a largo plazo en humanos. Los virus neurotrópicos pueden llegar a generar una patología cerebral crónica; un ejemplo de esto es la influenza española de 1918. Se sospecha que esta enfermedad ha sido la causa subyacente de la encefalitis letárgica, dado que las personas infectadas presentaban trastornos del movimiento emergente, anomalías profundas en el ciclo del sueño y trastornos psicóticos.

Por otro lado, los virus del herpes simple VHS, especialmente de tipo uno y dos (VHS-1, VHS-2) han sido una de las causas por las cuales se puede tener encefalitis, a partir de esto es que se ha denominado “encefalitis por VHS” esta causa infecciones mucocutáneas leves e infecciones latentes en los ganglios sensoriales. Las personas que se recuperan de la enfermedad con frecuencia experimentan secuelas neuropsicológicas a largo plazo; se ha propuesto que las infecciones recurrentes por VHS se relacionan con el desarrollo y los procesos moleculares de la enfermedad de Alzheimer. De igual forma, la infección por el virus Epstein-Barr (VEB) se ha relacionado con la generación de daño neuronal en la esclerosis múltiple de inicio tardío. El virus de la inmunodeficiencia humana (VIH) también puede invadir al cerebro y puede causar el trastorno neurocognitivo asociado al VIH, conocido como HAND (Lyra E Silva et al., 2022).

En la familia Flaviviridae de arbovirus (virus transmitidos por artrópodos) existen miembros que tienen el potencial de inducir trastornos y secuelas neurológicas a largo plazo, como lo es el virus de encefalitis japonesa (VEJ), el virus de la encefalitis transmitida por garrapatas (VETG) y el virus del Nilo Occidental (VNO). Se ha observado que el virus Zika (VZ) también tiene la capacidad de generar un síndrome congénito complejo, incluyendo la microcefalia. En adultos puede generar casos de encefalitis, mielitis y síndrome de Guillain-Barré. En los virus zoonóticos, la rabia causa daño neurológico en las personas, el virus de la enfermedad de Borna causa encefalitis fatal y, recientemente, los miembros de la familia de los

coronavirus se han introducido en humanos a partir de un origen zoonótico y se ha observado que dañan al SNC.

En el caso del virus SARS-CoV-1, se ha relacionado con miopatía, polineuropatía, convulsiones y accidente cerebrovascular, se ha encontrado proteína y material genético de dicho virus en el líquido cefalorraquídeo de pacientes y cerebros post-mortem. El coronavirus humano OC43 invade el parénquima cerebral e induce una encefalitis fatal, también se ha implicado en enfermedades neurológicas a largo plazo, incluido un posible papel en la esclerosis múltiple. En el caso del virus SARS-CoV-2, no se considera un virus neurotrópico, dado que ataca a las vías respiratorias y los pulmones, tiene la capacidad de infectar las células del SNC o los endotelios (Lyra E Silva et al., 2022).

Evidencia de infección cerebral por el virus SARS-CoV-2

Se ha demostrado que el nuevo coronavirus invade al SNC a través de la interacción de la proteína Spike con la enzima ACE2, la cual se expresa en el cerebro tanto en neuronas como en la glía (de Erausquin et al., 2021). Según Estrada y sus colaboradores (2023) los mecanismos que conducen a las alteraciones cognitivas aún no están claros, pero se han propuesto los siguientes:

1. *Neurotropismo y capacidad directa para entrar en neuronas y células gliales*

El virus SARS-CoV-2 puede llegar al sistema nervioso central (SNC) indirectamente por la barrera hematoencefálica (BHE) y/o directamente por transmisión axonal mediante las neuronas olfatorias, lo que provoca disfunción y daño neuronal, así como de encefalitis. El virus puede ingresar al SNC cruzando la mucosa olfativa, aprovechando el tejido endotelial nervioso, incluidas las terminaciones nerviosas olfativas y sensoriales.

Posteriormente, el virus penetra en áreas neuroanatómicas definidas, incluido el centro de control respiratorio y cardiovascular primario en el bulbo raquídeo, lo que podría ser responsable del colapso respiratorio en pacientes con COVID-19. Esto puede causar manifestaciones cognitivas de manera indirecta, probablemente al desencadenar una reacción, en lugar de una invasión directa del sistema nervioso.

2. *Respuestas inflamatorias*

La enfermedad COVID-19 puede generar respuestas inflamatorias sistémicas excesivas que afectan al cerebro. La infección por el virus SARS-CoV-2 desencadena la liberación masiva de citocinas como interleucina IL-6, IL-7, factor de necrosis tumoral (TNF) quimiocinas inflamatorias como CCL2, CCL3, CXCL10 y otras señales que conducen a una disfunción de la BHE, lesión de los astrocitos, activación de la microglía y astrocitos que promueven la neuroinflamación y la muerte neuronal (Estrada et al., 2023). Lo anterior sugiere que los síntomas del “síndrome post-COVID-19” o “secuelas postagudas de COVID-19” podrían atribuirse en una inflamación sistémica prolongada que predispone la disfunción neurocognitiva asociada.

3. *Alteraciones neurológicas e insuficiencia respiratoria.*

Se ha documentado que la cefalea, la hipogeusia y la anosmia parecen preceder el inicio de los síntomas respiratorios en los pacientes afectados, los síntomas neurológicos pueden ocurrir en los primeros dos días de la fase clínica sintomática y los accidentes cerebrovasculares pueden llegar a presentarse o no en las dos semanas posteriores. Los pacientes diagnosticados con nuevas complicaciones neurológicas durante la hospitalización por COVID-19 pueden tener una probabilidad dos veces mayor de tener alteraciones funcionales seis meses después de recuperarse de la enfermedad. Se ha encontrado que los valores bajos de presión arterial de oxígeno (PaO_2/FiO_2) tienen un

efecto directo sobre el rendimiento cognitivo, independientemente de la edad, también se presenta el delirio hospitalario y la ventilación mecánica (Estrada et al., 2023).

La resonancia magnética nuclear (RMN) cerebral estructural ha revelado anomalías cerebrales parenquimatosas, microhemorragias y macrohemorragias subcorticales, edema cortico-subcortical, cambios profundos inespecíficos de la sustancia blanca y bulbos olfativos asimétricos en estudios post-mortem y hallazgos similares se han encontrado durante el ingreso hospitalario (de Erausquin et al., 2021).

Los cambios moleculares y metabólicos provocados por la hipoxia y la inflamación cerebral pueden inducir encefalopatías y disfunción neurológica a largo plazo independientemente de la infección del SNC en pacientes en estado crítico, esto puede desencadenar déficits neurológicos y cognitivos por COVID-19; las personas mayores son más susceptibles a resultados graves después de la infección por el nuevo coronavirus SARS-CoV-2 (Lyra E Silva et al., 2022).

Cognición

Como se mencionó en la introducción de esta investigación, estudios realizados en diferentes países reportan la presencia de alteraciones cognitivas en personas recuperadas de COVID-19, para poder comprender este fenómeno es importante conocer qué es cognición. Esta palabra tiene su origen en términos relacionados con el “conocimiento” las definiciones pueden variar e incluso ser complicadas dado que no hay un significado único y estable. Para este trabajo se utilizará la definición mencionada por Bayne (2019), el término cognición se refiere a todas aquellas actividades y procesos relacionados con la adquisición, almacenamiento, recuperación y procesamiento de la información, independientemente de si estos procesos son explícitos.

Los procesos cognitivos son sinónimos de “procesos mentales”, “actividad mental”, “funciones cognitivas” y “funciones mentales”. Algunos ejemplos de procesos cognitivos son: percepción, atención, memoria, razonamiento, orientación, resolución de problemas, funciones ejecutivas, funciones visoespaciales, entre muchos más. A continuación, se van a describir aquellos procesos cognitivos que fueron evaluados a través de pruebas de tamizaje y pruebas específicas en los participantes de esta investigación.

Función visoespacial/ejecutiva

La habilidad visoespacial es aquella capacidad de representar, analizar y manipular objetos de manera mental, son útiles en la vida cotidiana de una persona porque a través de estas se puede estimar la distancia de un lugar a otro, imaginar lugares o una ruta a seguir, rotar objetos, identificar estímulos y su ubicación; las tareas visoespaciales se relacionan con diferentes áreas cerebrales como el lóbulo parietal superior, la unión parieto-occipital y áreas premotoras (Quental, Brucki & Bueno, 2009)

Por su parte, las funciones ejecutivas (FE) permiten direccionar la conducta para lograr una meta u objetivo, agilizando así la resolución de problemas frente a los que no se tiene una experiencia o conocimiento previo para su solución, es un término empleado por Joaquín Fuster y divulgado por Muriel Lezak, pero el mérito se le debe a Alexander Luria. Se ha descubierto que las FE están mayormente asociadas con el área prefrontal, pero dada la extrema complejidad de sus conexiones con otras estructuras cerebrales se asume que dicha área sería incapaz de llevar a cabo sus funciones sin la interferencia de otras estructuras, por ello las FE poseen componentes esenciales y auxiliares (Portellano y García, 2014).

Componentes esenciales:

- *Actualización.* Adquirir información para la resolución de problemas, involucra inteligencia fluida, memoria de trabajo, lenguaje expresivo, abstracción y razonamiento

- *Planificación.* Habilidad para establecer una secuencia a seguir con el objetivo de cumplir una meta u objetivo, participa la memoria prospectiva, memoria de trabajo y memoria temporal.
- *Fluencia.* Función que permite emitir una respuesta de forma eficaz en el menor tiempo posible.
- *Flexibilidad.* Capacidad de emitir una serie de respuestas que resulten viables ante una determinada situación, facilitando la alternancia excluyendo así respuestas que resulten inadecuadas, involucra atención selectiva, atención dividida y memoria prospectiva.
- *Inhibición.* Habilidad para omitir una respuesta que sea inapropiada para poder realizar de forma eficaz un objetivo o una tarea establecida, involucra resistencia a la interferencia, atención sostenida e inhibición motora.
- *Toma de decisiones.* Capacidad para seleccionar una opción entre un conjunto de ellas, con el menor costo posible según la situación, implica conciencia ética, control de impulsos, autorregulación, anticipación e inhibición.

Componentes auxiliares:

- *Atención.* Capacidad para seleccionar estímulos relevantes e inhibir a los irrelevantes
- *Inteligencia fluida.* Habilidad para generar estrategias de razonamiento que resulten útiles para la resolución de tareas que exijan un mayor grado de abstracción.
- *Metacognición.* Es la consciencia que tiene un individuo acerca de las capacidades cognitivas que posee.
- *Memoria.* Función que permite codificar, almacenar y recuperar información.
- *Memoria operativa o de trabajo.* Permite manipular información mientras se realiza una actividad cognitiva.
- *Memoria contextual.* Capacidad para identificar algún dato en el contexto en el que se produjo un aprendizaje.

- *Memoria temporal.* Hace referencia al ordenamiento de acontecimientos para facilitar un recuerdo secuenciado.
- *Memoria prospectiva.* Habilidad para llevar a cabo acciones que se realizarán en el futuro inmediato, las cuales fueron establecidas con anterioridad.
- *Lenguaje.* Sistema de comunicación simbólico.
- *Control motor.* Capacidad que permite ejecutar movimientos.
- *Control emocional.* Función que permite regular impulsos, emociones, adaptando así el comportamiento de un individuo en cada determinada situación.

Identificación

La identificación o reconocimiento es un proceso cognitivo por el cual una persona puede emitir una respuesta a través de la información que ha adquirido a lo largo del tiempo, por la cual pueda describir un rasgo, característica o atributo de un estímulo (Kagan, 1958), los estudios realizados por Stark y su equipo de trabajo (2002) sugieren que el hipocampo es una estructura que tiene estrecha relación con el proceso de identificación, pues al dañar dicha área se ve afectada esta función.

Memoria

Es la capacidad del cerebro que permite registrar, codificar, consolidar, retener, almacenar y recuperar información previamente almacenada. Es decir, esta función cognitiva permite que un individuo pueda recordar hechos, ideas, sensaciones, conceptos y todo tipo de información.

Aunque el hipocampo es la estructura cerebral mayormente relacionada con la memoria, no se puede deducir que esta región es exclusiva de la memoria, dado que están implicadas otras áreas cerebrales tales como: área supramarginal y giro angular del lóbulo parietal, área prefrontal, de Broca, de Wernicke, parietooccipitales de asociación, estructuras temporales mediales, conexiones del lóbulo temporal, ganglios basales, cerebelo, amígdala,

neocórtex, caras externas del lóbulo temporal, hipocampo, circuito de Papez, lóbulo frontal, corteza asociativa, corteza entorrinal, diencéfalo, entre otras por descubrir (Portellano, 2005).

Memoria de trabajo

Es definida como un sistema de almacenamiento, mantenimiento y manipulación de la información en periodos cortos de tiempo a fin de perseguir una conducta objetivo (Klingberg, 2010). El concepto fue utilizado por primera vez por Baddeley y Hitch en 1974, construyeron un modelo que explica la función de dicho proceso cognitivo, se menciona que es un sistema multicomponente conformado por la agenda visoespacial, el bucle fonológico, el ejecutivo central y el buffer episódico, en conjunto permiten dar respuesta a actividades o necesidades cognitivas de la vida diaria (Baddeley, 2012).

Dos de estos componentes, el bucle fonológico asociado con la circunvolución supra marginal izquierda (Kumar et al., 2016) y la agenda visoespacial relacionada con la región parieto-occipital bilateral (Freeman et al., 2016) son llamados sistemas esclavos y están especializados en el almacenamiento temporal de información en dominios específicos (verbal y visoespacial). El bucle fonológico es responsable del procesamiento y mantenimiento de la información verbal, su principal función es apoyar el aprendizaje, la comprensión de oraciones largas y otros mecanismos como la repetición para mantener información en un almacén de corto plazo, mientras que la agenda visoespacial está involucrada en el procesamiento de la información espacial y visual (Baddeley, Chincotta, & Adlam, 2001).

El ejecutivo central está mayormente involucrado en el procesamiento temporal de información ya que posee una capacidad limitada, también está involucrado en funciones mentales superiores como razonamiento lógico, cálculo mental, comprensión de textos y en la habilidad de entender y manipular tanto el lenguaje hablado como escrito (Baddeley, 1998), el ejecutivo central está asociado con la corteza prefrontal y la corteza parietal posterior (Freeman, Itthipuripat, & Aron, 2016; Lamp et al., 2016), es un sistema de regulación de alto

nivel y control atencional, mientras que el buffer episódico está relacionado con la circunvolución medial frontal derecha y la corteza motora suplementaria (Freeman et al., 2016), integra y enlaza diferentes partes del sistema (Baddeley, 1998).

Atención

Según Smith y Kosslyn (2008), la atención es una función cognitiva que le permite a una persona elegir y dedicar recursos a un estímulo entre muchos otros en competición, presentes en el ambiente. La elección puede estar motivada por factores endógenos, como por ejemplo, las metas de cada individuo, o por factores exógenos como un estímulo destacado o nuevo que capta la atención; esta función incluso podría ser considerada como un mecanismo mediante el cual se selecciona la información más importante para procesarla detenidamente. La atención está relacionada con la actividad de los lóbulos parietales y frontales, la estructura dorsal está implicada en la atención endógena y está conectada con los sistemas motores que rigen los movimientos de los ojos y otras partes del cuerpo, mientras que la estructura ventral responde a la aparición de nuevos estímulos exógenos.

Lenguaje

Es un sistema de comunicación simbólico que se manifiesta a través de las lenguas, que son sistemas de signos que expresan ideas en los que las palabras son una representación, la expresión del lenguaje se realiza a través de la palabra y la escritura, mediante los órganos musculares de las extremidades superiores y del sistema bucofonatorio. En el lenguaje participa el área prefrontal, el área de Broca, la corteza motora primaria, área perceptiva, área expresiva, lóbulo temporal, lóbulo occipital, lóbulo parietal, fascículo arqueado, tálamo, ganglios basales, cerebelo, tronco encefálico, entre otras por descubrirse (Portellano, 2005).

Abstracción

Es una función cognitiva por la cual una persona tiene la capacidad de traer a su mente diversos elementos o estímulos que conoce pero que no están necesariamente frente a sus ojos

en el momento, a través de esto se puede analizar a detalle, se pueden sacar conclusiones, así como establecer relaciones, el área frontal está mayormente relacionada con esta función (Smith y Kosslyn, 2008).

Recuerdo diferido

También conocida como memoria diferida es un proceso cognitivo que permite almacenar información verbal y no verbal de manera independiente por la cual es posible evocar información después de un determinado tiempo, que puede ser duradero, se ha descubierto una asociación con el área prefrontal pero aún se necesitan mayores estudios para entender su conexión con otras estructuras cerebrales (Dudai, Roediger & Tulving, 2007).

Orientación

Es una función cognitiva fundamental y de importancia para la evaluación del estado mental neurológico y psiquiátrico, se puede definir como el procesamiento de información que tiene un individuo con su entorno (espacio/tiempo) y persona, está asociado con la corteza precuña y cingulada posterior, la corteza prefrontal medial y los lóbulos frontales y temporales laterales (Peer et al., 2015).

Síndrome post COVID-19

Se le conoce como síndrome post-COVID-19 al conjunto de síntomas que persisten más allá de tres semanas después del diagnóstico de la enfermedad. La incidencia de este síndrome se estima entre 10 y 35 % de los casos, pero puede alcanzar hasta un 85 o 90 % en pacientes que fueron hospitalizados, en otras palabras, nueve de cada 10 pacientes que presentaron COVID-19 grave sufren secuelas; los síntomas comúnmente asociados son fatiga, falta de aire, dolor de pecho, pérdida del olfato y gusto, pero también se presentan síntomas metabólicos (colesterol alto), vasculares (presión arterial alta) y neurológicos (trastornos del sueño, alteraciones de la memoria, del comportamiento, de la actividad muscular), así como

neuropatías tales como debilidad, entumecimiento y dolor en algunas partes del cuerpo (Lozano et al., 2021).

Según la Asociación Panamericana de la Salud (2020), cualquier persona puede contagiarse de COVID-19, pero tres de cada diez personas en las Américas corren mayor riesgo de COVID-19 grave debido a sus condiciones de salud, como diabetes, enfermedades renales, hipertensión, tuberculosis; además, el riesgo de presentar síntomas y afectaciones posteriores a la enfermedad aumenta con la edad.

Dentro del síndrome post COVID-19 se ha acuñado el término “niebla mental” para referirse a la sensación que reportan los pacientes recuperados, referente a las dificultades de la concentración, la memoria y la función ejecutiva. Anteriormente se esperaban problemas cognitivos en aquellos que han requerido una estancia prolongada en el hospital o intubación, sin embargo, se han incrementado los reportes en la literatura médica en pacientes con síntomas leves que no ameritan ingreso hospitalario y que tienen manifestaciones neuropsiquiátricas y cognitivas englobadas en el espectro de niebla mental (Estrada et al., 2023).

El tiempo de recuperación del síndrome post COVID-19 varía en cada individuo ya que depende de cómo se vio afectada la persona por la enfermedad, algunos pacientes presentan síntomas durante un par de semanas, mientras que, en otros, los síntomas pueden persistir después de un año de haberse enfermado (Bouza et al., 2021).

Antecedentes de alteraciones cognitivas derivadas del contagio por el virus SARS-CoV-

2

En China, uno de los primeros autores en abordar este tema ha sido Zhou y su equipo de trabajo (2020). En su estudio en línea, descubrió que las personas infectadas presentaban una alteración significativa en atención sostenida. Posteriormente en Reino Unido (Hampshire et al., 2021), descubrieron que los pacientes recuperados de COVID-19 han tenido alteraciones

por debajo de la normalidad en atención, memoria de trabajo espacial y problemas semánticos, esto se descubrió gracias a la utilización de una prueba en línea llamada “Great British Intelligence Test”, los resultados obtenidos en esta prueba tienen la posibilidad de estar sesgados por el instrumento utilizado, el cual se utilizó sin supervisión clínica.

En Italia, Alemanno y sus colaboradores (2021) realizaron una investigación presencial, en una muestra de 87 pacientes que se encontraban en la fase subaguda de la enfermedad; se formaron cuatro grupos según el soporte respiratorio que recibieron en la fase aguda de la enfermedad. Independientemente del nivel de gravedad de los participantes, el 80% de la muestra total presentaba déficits cognitivos según los resultados de la prueba Montreal Cognitive Assessment (MoCA) y Mini-mental State Examination (MMSE), el 40% presentó depresión leve a moderada según los resultados de la Escala de Calificación de Hamilton para la Depresión (HRSD).

Posteriormente, en Carolina del Norte, Estados Unidos, Nakamura y sus colaboradores (2021) publicaron una revisión sistemática acerca de las alteraciones cognitivas derivadas de una infección por el virus SARS-CoV-2. Uno de los hallazgos más importantes de los investigadores es que más del 30% de los pacientes hospitalizados por COVID-19 pueden presentar deterioro cognitivo, depresión y ansiedad que persisten durante meses después del alta, estos síntomas son más comunes en pacientes que requirieron cuidados intensivos por efectos severos del virus.

Los investigadores encontraron que, en un estudio del año 2020, de 279 pacientes hospitalizados con COVID-19, el 34% informó pérdida de memoria y el 28% describió problemas de concentración aproximadamente tres meses después de haber sido dados de alta, se han observado hallazgos similares después de la infección con otros coronavirus, en los cuales el 20% de los pacientes reportaron déficits cognitivos meses o años después de la infección inicial (Nakamura et al., 2021).

Otra investigación realizada en Dinamarca por Miskowiak y sus colaboradores (2021) publicaron un estudio en el cual participaron 29 personas recuperadas de COVID-19, estos pacientes que se sometieron a pruebas cognitivas bajo la modalidad presencial de junio a noviembre de 2020 como parte de un estudio de seguimiento de tres a cuatro meses después de la infección, se detectó que en la muestra, el 59-65% presentan deterioros cognitivos clínicamente relevantes según los resultados arrojados de la prueba Screen for Cognitive Impairment in Psychiatry Danish Version y Trail Making Test-B, siendo más afectada la cognición global, el aprendizaje verbal y las funciones ejecutivas, las deficiencias cognitivas se asociaron con el grado de disfunción pulmonar a largo plazo.

Nuevamente en Estados Unidos, Krishnan y su equipo de trabajo (2022), encontraron en una evaluación presencial de seguimiento de 5.5 meses después de la infección, una muestra de 20 pacientes recuperados de COVID-19 presentaban déficits cognitivos leves en atención, velocidad de procesamiento y en aspectos de la función ejecutiva. En este estudio el 70% de los pacientes habían sido diagnosticados previamente con depresión o ansiedad antes de la infección por el virus SARS-CoV-2, los pacientes con antecedentes psiquiátricos previos pueden experimentar mayores niveles de disfunción cognitiva.

Un estudio norteamericano elaborado por Whiteside y sus colaboradores (2022) descubrieron en una muestra de 49 pacientes que tuvieron una infección y presentaron secuelas post-agudas, después de un período de seis meses no presentaron deterioros mentales de preocupación; estos autores reportan que tampoco hay diferencias significativas en el rendimiento cognitivo medido por pruebas neuropsicológicas aplicadas de manera presencial en pacientes COVID-19 hospitalizados y no hospitalizados, sus resultados indican que las funciones mentales de los participantes se correlacionaron significativamente con su nivel escolar y por sus niveles de ansiedad y depresión, por lo cual, las afectaciones cognitivas no se atribuyen a la enfermedad en sí.

En enero de 2023, se publicó un estudio longitudinal italiano realizado por Diana y su equipo de trabajo; en este participaron 22 participantes a los cuales les realizaron evaluaciones neuropsicológicas y se les administraron cuestionarios para síntomas de depresión y trastorno de estrés postraumático, bienestar psicológico y calidad de vida, las evaluaciones se realizaron a los 6, 16 y 22 meses. Alrededor del 50% de los pacientes con COVID-19 presentaron déficits cognitivos en la primera evaluación (seis meses), el dominio más afectado fue la memoria verbal y las puntuaciones patológicas disminuyeron después de seis meses desde la primera evaluación.

Los análisis longitudinales demostraron mejoras en la memoria a largo plazo verbal y no verbal, así como en la atención y el funcionamiento ejecutivo. La depresión y los síntomas relacionados con el trastorno de estrés postraumático estaban presentes en el 30% de los pacientes, estos últimos disminuyeron con el tiempo y se asociaron al desempeño atencional-ejecutivo; las alteraciones cognitivas en pacientes con COVID-19 pueden extenderse durante un año, pero muestran una recuperación significativa en varios casos.

En México, el Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán ingresó a pacientes con neumonía grave por COVID-19 entre el 15 de marzo y el 15 de junio de 2020 (García et al., 2022) se estudiaron a 92 pacientes en un seguimiento de 6 meses a su egreso, el 58.7% de la muestra eran hombres y el 41.3% mujeres, con una mediana de edad de 50 años, de los cuales 50 (54.4%) dieron positivo en deterioro cognitivo a los 6 meses (Montreal Cognitive Assessment, MoCA <26 puntos).

Las personas que han tenido COVID-19 del tipo grave y posteriormente presenten problemas de memoria pueden recuperarse entre tres y seis meses, siempre y cuando no haya una alteración estructural ya que en el síndrome post-COVID-19, también se ha observado inflamación de los vasos sanguíneos del cerebro; esto puede ocasionar obstrucción de las arterias que deriva en una trombosis o en hemorragias cerebrales, lo anterior interrumpe el flujo

de oxígeno cerebral y lleva a la muerte de las neuronas en las regiones afectadas, lo que sin duda tiene consecuencias graves (Lozano et al., 2021).

Depresión y calidad de vida posterior a la recuperación de COVID-19

Las personas recuperadas de COVID-19 pueden presentar síntomas depresivos, estos suelen aparecer dos o tres meses después de la aparición de la enfermedad y pueden durar meses (Czysz et al., 2021). Este tipo de alteración se puede atribuir a la inflamación cerebral, en la cual se activan células micro gliales, afectando regiones cerebrales que regulan las emociones, las personas que corren un mayor riesgo de presentar síntomas de depresión son aquellas que presentaron altos niveles de estrés antes de la infección, obesidad, hipertensión, diabetes y otras similares (Mazza, 2022).

La pandemia por COVID-19 ha acentuado los niveles de depresión y ansiedad, estudios realizados sugieren que hay una mayor incidencia de depresión en edades tempranas, pero lo más relevante para esta investigación es que estos padecimientos pueden alterar el estado cognitivo de la persona (López y Granados, 2021). Se ha encontrado que la depresión puede afectar a las funciones ejecutivas, incluyendo memoria de trabajo, inhibición, planificación, fluidez, con referencia a la memoria. Se han detectado alteraciones en el hipocampo, las cuales se correlacionan con el tiempo transcurrido del padecimiento, los pacientes pueden requerir una mayor activación del lóbulo frontal para mantener un nivel de desempeño cognitivo que les permita realizar tareas o actividades de la vida diaria (Kwak et al., 2016).

La presencia de síntomas cognitivos tras la infección aguda por SARS-CoV-2 es frecuente y tiene impacto en la calidad de vida de los pacientes (Ayuso et al., 2022). La Organización Mundial de la Salud OMS (World Health Organization, 2012) define la calidad de vida como la percepción de la persona sobre su postura vital dentro de un entorno cultural, de un sistema de valores vinculado a expectativas, metas, normas y preocupaciones,

adicionalmente, abarca factores como relaciones sociales, creencias, nivel de independencia, entorno, salud física y psicológica. La presencia de síntomas cognitivos tras la infección aguda por SARS-CoV-2 es frecuente y tiene impacto en la calidad de vida de los pacientes (Ayuso et al., 2022).

Durante la pandemia, previo a la fase de vacunación se detectaron altos niveles de ansiedad en la población, especialmente en aquellas personas infectadas por la enfermedad lo cual aumentaba el riesgo de desarrollar un trastorno de estrés agudo y de estrés postraumático, en especial en aquellas personas que no tenían acceso a un servicio de atención psicológica (Li et al., 2020). Este tipo de padecimientos pueden afectar la calidad de vida del individuo y puede conllevar gastos económicos y psicológicos por parte de los familiares o personas cercanas (Rajkumari et al., 2022).

Se ha documentado que la ansiedad puede propiciar alteraciones en funciones cognitivas tales como percepción, atención, memoria, funciones ejecutivas, incluyendo memoria de trabajo y planificación, entre otros procesos cognitivos por descubrir debido a que las regiones que mayormente están involucradas son la corteza prefrontal medial dorsal, la corteza cingulada anterior dorsal, así como la amígdala y, por consiguiente, estas estructuras se encuentran conectadas con otras regiones cerebrales, por las cuales, se pueden producir otras alteraciones mentales (Robinson et al., 2013; Roozendaal et al., 2009; Airaksinen et al., 2005; Bishop, 2007).

Plasticidad cerebral

Los estudios mencionados con anterioridad indican que un contagio por la COVID-19 puede desencadenar alteraciones cognitivas que tienen la posibilidad de mejorar. Un factor clave para ello es la plasticidad cerebral, también conocida como neuroplasticidad, es un proceso activo por el cual el cerebro es capaz de remodelar conexiones neuronales a corto y

largo plazo con el objetivo de optimizar la función de estas, se puede observar desde la ontogénesis con el desarrollo de mapas neuronales inducidos por el aprendizaje, pero también se puede encontrar después de una alteración cerebral (Duffau, 2006). De acuerdo con los hallazgos de Rosen (2023) la plasticidad cerebral puede propiciar cambios cerebrales a nivel estructural y funcional a través de cuatro procesos o mecanismos, los cuales son:

- *Función sináptica*
- *Estructura sináptica*
- *Conexiones neuronales*
- *Neurogénesis*

La plasticidad cerebral puede proteger o estimular el funcionamiento cognitivo de una persona posterior a una alteración neuronal, se ha demostrado que a través del ejercicio físico se puede aumentar el volumen del hipocampo, mejorando así la memoria y el aprendizaje (Keci et al., 2019). También se ha descubierto que el entrenamiento con videojuegos 3D puede estimular y mejorar funciones como: memoria espacial, atención y concentración, la combinación de esta técnica con la estimulación magnética transcraneal puede propiciar cambios cognitivos a largo plazo (Keci et al., 2019). Cualquier actividad como: leer, aprender cosas nuevas, caminar en sitios desconocidos, realizar algún ejercicio físico, interactuar con otras personas, estimular la actividad cerebral realizando crucigramas, entre otras actividades, permiten estimular la plasticidad cerebral y, por consiguiente, mejorar el estado cognitivo (Doddoli, 2022).

Estimulación cognitiva: NeuroNation

Según Agustín y Espert (2014), la estimulación cognitiva es un conjunto de ejercicios y actividades destinadas a mejorar y/o mantener las capacidades mentales de una persona a lo largo del tiempo ya que al realizar ejercicios mentales se modifica y se crean conexiones

neuronales. Zhang y sus colaboradores (2019) sugieren que la estimulación cognitiva a través de dispositivos digitales son herramientas que han permitido mantener la función cognitiva en adultos mayores sanos y en aquellos que presenten deterioro cognitivo leve. La intervención cognitiva computarizada no solo ha demostrado ser útil en el mejoramiento cognitivo de memoria y atención, sino que también ha contribuido en el funcionamiento psicosocial de los adultos mayores con deterioro cognitivo leve (Hill et al., 2017).

Un entrenamiento computarizado de estimulación cognitiva puede mantener efectos beneficiosos a corto y largo plazo (Ten Brinke et al., 2018). Las tareas de un entrenamiento computarizado de estimulación cognitiva pueden dirigirse a una función cognitiva específica, se ajustan continuamente en función del desempeño del participante, puede diseñarse para ser inmersivas y divertidas, además proporcionan retroalimentación cuantitativa instantánea y son accesibles para dispositivos digitales portátiles (Zokaei et al., 2017).

Cogmed es un programa de entrenamiento computarizado que demostró mejorar la memoria de trabajo no verbal y las quejas subjetivas de memoria en adultos mayores con deterioro cognitivo leve después de cinco a siete semanas de uso (Hyer et al., 2016). Se descubrieron mejoras en adultos mayores sanos y con deterioro cognitivo leve en tareas de memoria de trabajo, estos efectos se mantuvieron tres meses después de la intervención (Vermeij et al., 2016).

El software de entrenamiento CogniFit ha demostrado mejorar el estado cognitivo global y de memoria en adultos mayores sanos, en personas con deterioro cognitivo leve y en personas con síntomas neuropsiquiátricos relacionados con el estado de ánimo (Gigler et al., 2013; Bahar-Fuchs et al., 2017). CogniPlus puede mejorar el estado cognitivo, de atención y calidad de vida en adultos mayores con deterioro cognitivo leve (Hagovská et al., 2017).

En un estudio (Suo et al., 2016), se compararon los efectos cerebrales a nivel estructural y funcional de un entrenamiento físico y un entrenamiento de estimulación cognitiva en 100

adultos mayores con deterioro cognitivo leve, el estudio demostró mejoras en cognición para el grupo de entrenamiento físico y un mejor rendimiento de la memoria para el grupo de entrenamiento computarizado. Por otro lado, la plataforma SOCIABLE ha demostrado mejorar la cognición, memoria, funciones ejecutivas, lenguaje y praxis en adultos mayores sanos, con deterioro cognitivo leve y con Alzheimer (Zaccarelli et al., 2013).

Como se puede observar a lo largo del tiempo han surgido programas computarizados diseñados para estimular las funciones cognitivas de las personas, especialmente en adultos mayores y en individuos que tienen alguna alteración neuronal, pero en la última década se ha desarrollado una aplicación móvil de interés para este estudio, esta es NeuroNation.

NeuroNation ha resultado ser una plataforma de estimulación cognitiva que en comparación de otras como Lumosity, Stimulus y Cognifit, ha obtenido puntuaciones sobresalientes en las escalas iSYS core y MARS, las cuales se utilizan para evaluar aplicaciones móviles de salud con el objetivo de determinar su nivel de popularidad, confianza, utilidad, compromiso, funcionalidad, estética y calidad de la información (López, 2023).

Un estudio realizado por la Facultad de Medicina MSH de Hamburgo y la Universidad de Würzburg, investigó los efectos de NeuroNation, para ello se reclutó una muestra de 176 participantes sin alteraciones cognitivas, de los cuales 82 pertenecían al grupo experimental y 94 al grupo control, la media de edad fue de 44.9 años, el estudio demostró que se pueden tener mejoras en memoria, velocidad de procesamiento y otras funciones cognitivas después de 21 sesiones de entrenamiento de 1 hora (Strobach y Huestegge, 2017). Además, se ha descubierto que puede mejorar la eficiencia neuronal en las primeras fases de la enfermedad de Parkinson (Giehl et al., 2020), a pesar de que no hay estudios en pacientes que reportan alteraciones cognitivas posteriores a la recuperación por COVID-19, NeuroNation podría ser una herramienta de ayuda para estas personas.

Teleneuropsicología

La teleneuropsicología se define como la aplicación de tecnologías audiovisuales que permiten encuentros clínicos remotos, esta herramienta ha sido de ayuda durante la pandemia por la enfermedad COVID-19 ya que reduce el riesgo de contraer el virus SARS-CoV-2, además de eliminar el tiempo de traslados y la reducción de costos de las personas (Kitaigorodsky et al., 2021). Los resultados obtenidos en la administración de pruebas neuropsicológicas mediante videoconferencia y de forma presencial no ha demostrado tener diferencias significativas por lo cual, se ha empleado e informado con éxito en una variedad de entornos clínicos y de investigación (Cullum et al., 2006; Cullum et al., 2014; Grosch et al., 2015; Galusha-Glasscock et al., 2016; Harrell et al., 2014; Turner et al., 2012; Wadsworth et al., 2018).

El neuropsicólogo que realice la evaluación debe disponer de una plataforma de videoconferencia, así como de sus respectivos instrumentos de evaluación; la persona evaluada debe contar con computadora, tableta o celular con cámara y una conexión a internet, así como de un entorno silencioso y libre de distractores, es importante que el evaluado sea capaz de manejar dispositivos electrónicos o disponer de una persona que pueda brindar el apoyo (Bloch et al., 2021).

Planteamiento del problema

A partir de lo mencionado con anterioridad, las personas recuperadas de COVID-19 pueden presentar alteraciones cognitivas, especialmente en memoria, también se han reportado niveles preocupantes de depresión y calidad de vida; aparentemente un entrenamiento de estimulación cognitiva puede mejorar la condición cognitiva de dichos pacientes y por consiguiente disminuir los niveles de depresión y favorecer su calidad de vida, ante ello, este estudio busca conocer ¿Cuál es el estado cognitivo, los niveles de depresión y de calidad de

vida antes y después de utilizar un entrenamiento de estimulación cognitiva (NeuroNation) en una muestra de personas recuperadas de COVID-19 que reportan quejas subjetivas en memoria y aquellas que no?

Justificación

Como mencionaron Estrada y sus colaboradores (2023), independientemente del nivel de gravedad de la enfermedad COVID-19, las personas que presentaron dicho padecimiento pueden reportar o no, alteraciones cognitivas posteriores a la recuperación, este riesgo puede aumentar en personas con obesidad, hipertensión arterial y diabetes mellitus, además de estas comorbilidades, otro factor de riesgo es la edad avanzada. En México una de cada cuatro personas es obesa o tiene sobrepeso, y con frecuencia las mismas personas presentan hipertensión arterial y diabetes mellitus, por el alto porcentaje de la población mexicana que padece estas comorbilidades es posible que COVID-19 deje secuelas cognitivas en más pacientes (Lozano et al., 2021).

El virus SARS-CoV-2 puede infectar a las neuronas, esto puede ocasionar alteraciones de la concentración, problemas de memoria, trastornos de ansiedad y dificultades para ejecutar movimientos. Los pacientes que padecieron dificultad respiratoria aguda y requirieron ventilación mecánica, también han presentado algún tipo de deterioro cognitivo, lo cual señala que los problemas de falta de oxigenación en las personas que padecieron COVID-19 puede ser un factor que contribuya a los problemas de memoria (Mata, 2021).

Ante los hallazgos de Estrada y su equipo de trabajo (2023), se observa deterioro cognitivo a través de puntuaciones menores a 26 puntos en la prueba Montreal Cognitive Assessment, (MoCA) en muestras de población mexicana, además de reportar alteraciones en memoria por lo cual, NeuroNation podría ser una herramienta de ayuda para mejorar la

condición cognitiva, así como de los niveles de depresión y calidad de vida derivados de las quejas subjetivas posteriores a la recuperación de COVID-19.

Para poder disminuir el riesgo de contraer el virus SARS-CoV-2 este estudio se realizó bajo la modalidad en línea, si bien la evidencia científica sugiere que se pueden realizar pruebas neuropsicológicas bajo dicha modalidad (ver página 37) la Sociedad Americana de Psicología (American Psychological Association APA, 2020) también recomienda utilizar dichos procedimientos ante el distanciamiento social, siempre y cuando los procedimientos de administración se realicen forma cuidadosa, reflexiva, deliberada, tomando en cuenta las limitaciones de cada prueba.

Objetivo

El objetivo general de este estudio fue evaluar el estado cognitivo, los niveles de depresión y de calidad de vida antes y después de utilizar un entrenamiento de estimulación cognitiva (NeuroNation) en una muestra de personas recuperadas de COVID-19 que reportan quejas subjetivas en memoria y en aquellas que no.

Los objetivos específicos son:

- 1) Hacer una tele-evaluación de tamizaje cognitivo general, memoria de trabajo, depresión y calidad de vida.
- 2) Utilizar un entrenamiento de estimulación cognitiva a través de la aplicación NeuroNation en los participantes recuperados de COVID-19 que reportan quejas subjetivas en memoria y en aquellas que no lo reportan.
- 3) Analizar de forma grupal las puntuaciones obtenidas en las fases de preentrenamiento y postentrenamiento, de las personas que reportaron quejas subjetivas en memoria y en aquellas que no las reportaron.

Hipótesis

Se esperan diferencias en las puntuaciones de tamizaje cognitivo, memoria de trabajo, depresión y calidad de vida de todos los participantes antes y después de utilizar el entrenamiento de estimulación cognitiva.

Hipótesis específicas

1. Se espera que las puntuaciones de todos los participantes se encuentren por debajo de la normalidad.

2. Se encontrarán mejoras en todos los participantes, tras el uso del entrenamiento de estimulación cognitiva NeuroNation.

3. Se esperan diferencias en las puntuaciones de tamizaje cognitivo, memoria de trabajo, depresión y calidad de vida, antes y después de utilizar el entrenamiento de estimulación cognitiva, dentro del grupo de personas que reportaron quejas subjetivas en memoria y dentro del grupo de aquellas que no las reportaron.

Consideraciones éticas

Para el desarrollo del protocolo de investigación se han tenido en cuenta y observado los principios de la declaración de Helsinki y las directrices de la Resolución 4-20 de Derechos Humanos de las Personas con COVID-19, dicho documento busca proteger los derechos de todos aquellos individuos que se involucren en estudios de investigación.

Método

Diseño de investigación

Estudio longitudinal tipo panel, comparativo, pre-post test, bajo el enfoque mixto, a través de un diseño de triangulación concurrente (DITRIAC). Se decidió utilizar el enfoque mixto para la recolección, discusión e interpretación de datos, puesto que, es el que mejor se adapta a las características y necesidades de esta investigación.

Un estudio longitudinal tipo panel es aquel que sigue a través del tiempo, a toda una población o grupo de personas para, realizar inferencias acerca de la evolución de un problema de investigación o fenómeno, sus causas y sus efectos (Hernández et al., 2014). El enfoque mixto es un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación que implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, que permitan realizar inferencias y lograr un mayor entendimiento sobre un fenómeno estudiando (Hernández et al., 2014). El diseño de triangulación concurrente es aquel que se utiliza cuando, se pretende confirmar o corroborar resultados y así mismo, efectuar una validación cruzada entre datos cuantitativos y cualitativos para aprovechar las ventajas de cada método y minimizar sus debilidades (Hernández et al., 2014).

Muestreo

No probabilístico por conveniencia.

Criterios de inclusión

- Edad mínima de 18 años y máxima de 65 años
- Diagnóstico de COVID-19 en cualquier nivel y grado de la enfermedad
- Presencia o ausencia de quejas subjetivas en memoria posteriores a la recuperación de COVID-19 independientemente del tiempo transcurrido

- Haber contraído la enfermedad solamente una vez
- Contar con un dispositivo electrónico táctil que tenga acceso a internet
- Conocer las tecnologías de información y comunicación (TICS)
- En caso de ser no poder dominar el uso del dispositivo requerido y de las TICS, contar con el apoyo de una persona que domine estas herramientas

Criterios de exclusión

- Haber tenido con anterioridad un entrenamiento de estimulación cognitiva
- Tener un trastorno psiquiátrico activo (diagnosticado)
- Abuso de sustancias psicoactivas
- Trastorno motriz
- Presentar algún daño cerebral previo

Criterios de eliminación

- Evaluación incompleta en las dos fases de evaluación
- Entrenamiento cognitivo incompleto y abandono del estudio
- Contraer COVID-19 durante el estudio

Participantes

Desde mayo de 2021 hasta febrero de 2022, se reclutaron a 49 participantes, 46 cumplieron con los criterios de inclusión, de ellos solamente seis continuaron el estudio, esto se debió a la reinfección, al duelo por fallecimiento de familiares o por experimentación de situaciones estresantes, que les impidieron concluir con la evaluación o el entrenamiento. A pesar de que se tuvo una disminución en la muestra, se brindó seguimiento a los participantes

que abandonaron el estudio, en un momento más oportuno, se les proporcionó un informe sobre los resultados obtenidos, hasta el momento que dejaron de participar en la investigación.

Definición de grupos

Debido a la dificultad económica que implica determinar un grupo control a través de una prueba de reacción en cadena de la polimerasa (PCR) para detectar la ausencia del virus SARS-CoV-2, este estudio solamente se limitó a trabajar con personas recuperadas de COVID-19 (previo diagnóstico) que reportaron quejas subjetivas en memoria y personas recuperadas que no reportaron quejas subjetivas en memoria.

Modalidad

En línea, plataforma Zoom.

Entrenamiento cognitivo

NeuroNation es un programa de entrenamiento cerebral el cual contiene 27 tareas con 250 niveles para ejercitar memoria, funcionamiento ejecutivo, atención, pensamiento lógico y velocidad de procesamiento, la aplicación se puede utilizar en computadora, tableta o celular; personaliza las tareas según las preferencias personales, las fortalezas y el potencial cognitivo de la persona, proporciona retroalimentación de audio y video para fomentar la motivación de desempeño, la autoevaluación durante el entrenamiento cerebral, además de incluir un apartado con recomendaciones para propiciar una mejor calidad de vida. La aplicación tiene una versión gratuita y de paga, la diferencia se encuentra en el acceso a las 27 tareas, a pesar de ello la versión gratuita permite ingresar a las tareas que mejoran cada función cognitiva que ofrece el programa (Maggio et al., 2022) para este estudio se utilizó la versión gratuita.

Lugar

Cualquier lugar cerrado que estuviera libre de personas y de estímulos distractores tales como ruidos externos, notificaciones recibidas en el dispositivo electrónico táctil y objetos físicos que posiblemente puedan interferir en el rendimiento de la persona.

Variables independientes

- Presencia o ausencia de quejas subjetivas en memoria por la enfermedad COVID-19
- Fases de evaluación (preentrenamiento y postentrenamiento)

Variables dependientes

- Puntuación de tamizaje cognitivo según la prueba Montreal Cognitive Assessment MoCA
- Índice de Memoria de Trabajo de la Escala de Inteligencia para Adultos de Wechsler (WAIS-IV)
- Niveles de depresión según el Inventario de Depresión de Beck
- Nivel de calidad de vida según la prueba WHOQoL-BREF

Instrumentos

Se utilizó una entrevista semiestructurada para la recolección de datos cualitativos, para el tamizaje cognitivo se empleó la Evaluación Cognitiva de Montreal (MoCA), el Índice de Memoria de Trabajo (IMT) de la Escala Wechsler de Inteligencia para Adultos IV (WAIS IV), el Instrumento WHOQoL-BREF en español de calidad de vida y el Inventario de Depresión de Beck (BDI-2).

- *Entrevista semiestructurada.* Es una técnica utilizada en la investigación cualitativa, la cual consiste en recabar información, a través de preguntas establecidas que pueden

ajustarse a los entrevistados, los datos obtenidos tienen la posibilidad de transformarse en datos cuantitativos (Díaz et al., 2013), las preguntas realizadas fueron:

- ¿Qué edad tiene?
 - ¿Cuál es su sexo?
 - ¿Qué escolaridad tiene?
 - ¿Cuál era su ocupación antes de la COVID-19?
 - ¿Cuál es su ocupación actual?
 - Actualmente ¿Con quién vive?
 - ¿Cuál es su dirección actual?
 - ¿Qué tipo de COVID-19 tuvo?
 - ¿Qué síntomas presentó?
 - ¿Tiene la fecha de confirmación de la enfermedad?
 - ¿Cuánto tiempo tuvo la enfermedad?
 - De forma general, ¿Cómo se ha sentido después de la enfermedad?
 - De manera particular, ¿Cómo considera el estado actual de su memoria después de la enfermedad?
 - ¿Ya se vacunó contra la COVID-19?
 - ¿Cuántas dosis tiene?
 - ¿Qué compañía de vacuna le aplicaron en la primera y/o segunda dosis?
 - ¿Cuántas comidas toma al día?
 - ¿Realiza actividad física actualmente?
 - ¿A qué hora se va a dormir?
 - ¿A qué hora despierta?
 - Hasta el día de hoy, ¿Ha presentado algún tipo de cambio en su vida? por ejemplo, iniciar un tratamiento médico, salir de viaje, pérdida familiar, etc.
 - ¿Qué espera usted de este entrenamiento?
- *MoCA*. Según las aportaciones de Nasreddine y sus colaboradores (2005), la Evaluación Cognitiva de Montreal (Montreal Cognitive Assessment MoCA) fue publicada en 2005 como un instrumento para detectar el deterioro cognitivo leve debido a su alta sensibilidad y especificidad. La puntuación total del MoCA se compone de 30 puntos para elementos categorizados en seis dominios: (1) Memoria (identificación, recuerdo

diferido); (2) Funcionamiento Ejecutivo (abstracción); (3) Atención; (4) Lenguaje; (5) Visuoespacial; y (6) Orientación, los elementos de cada dominio arrojan puntuaciones de índice individuales, lo que brinda la oportunidad de caracterizar diferentes síndromes de demencia, una puntuación menor a 26 se considera como deterioro cognitivo leve.

- *IMT*. La Escala de Inteligencia de Adultos de Wechsler (WAIS-IV) es uno de los instrumentos más importantes para evaluar las capacidades cognitivas de una persona. Está compuesta por 10 subpruebas básicas que arrojan puntuaciones en cuatro factores o índices (comprensión verbal, razonamiento perceptual, memoria de trabajo y velocidad de procesamiento). El índice de memoria de trabajo es un conjunto de subpruebas que evalúan la capacidad tanto para retener información a corto plazo (Abdelhamid et al., 2021).
- *WHOQoL-BREF*. Es un instrumento que consta de 26 reactivos destinados a conocer el perfil de la calidad de vida de una persona en cuatro dimensiones: salud física, salud psicológica, relaciones sociales y ambiente (López, González y Tejada, 2016).
- *BDI-2*. Conocido como Inventario de Depresión de Beck (Beck Depression Inventory BDI-2) es una prueba que mide las manifestaciones conductuales de la depresión y consta de 21 ítems que aborda síntomas o características clínicas, el instrumento consta con una serie de afirmaciones calificadas en una escala de 0 a 3, una puntuación de cero indica la ausencia de un síntoma y una puntuación de 3 indica su mayor gravedad, este instrumento se puede utilizar en adultos y adolescentes a partir de 17 años (Nardone et al., 2021).

Procedimiento

Durante el transcurso del año 2021 y en el primer bimestre de 2022, se reclutaron 49 participantes recuperados de COVID-19 por medio de una convocatoria (ver anexo 1)

publicada en la página Facebook del laboratorio de neurobiología del envejecimiento y daño cerebral perteneciente a la Facultad de Psicología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). En la convocatoria se compartió un formulario en línea (ver anexo 2), el cual contiene preguntas destinadas a conocer los datos generales de la persona y así mismo conocer si cumplía con los criterios de inclusión.

Debido a las condiciones sanitarias del año 2021 por la pandemia de la COVID-19, el estudio fue realizado bajo la modalidad en línea, una vez que se identificaron a aquellos participantes que cumplían con los requisitos de inclusión, estos se iban asignando a evaluadores previamente capacitados, incluyendo al autor de esta tesis (egresados de la licenciatura en psicología). Para las capacitaciones, los evaluadores consultaron y estudiaron los manuales de aplicación de las pruebas utilizadas, también se siguieron las recomendaciones de MoCA COGNITION (2021) (ver anexo 5) para la aplicación de pruebas en línea, los evaluadores hicieron simulaciones de evaluación entre ellos para detectar áreas de oportunidad y mejorar en ellas, el tiempo estimado de capacitación fue de 2 semanas.

Una vez asignados los participantes, fueron contactados de manera individual, posteriormente se estableció una primera videoconferencia a través de la plataforma Zoom, en caso de que las personas no estuvieran familiarizadas con la plataforma, la o el evaluador brindaba una asesoría previa.

El objetivo de la primera reunión era en primera instancia conocer y presentarse ante el participante, explicar en qué consistiría el proyecto, mostrar y detallar el consentimiento informado del estudio (ver anexo 3), el cual en caso de acceder se le compartía de manera electrónica para que lo pudiera imprimir y firmar, una vez que la persona tenía su consentimiento firmado se le solicitaba mandar una foto del documento, posterior a esto se organizaron las siguientes videoconferencias para la realización de una entrevista semi estructurada (ver anexo 4 y página 45) en la cual se confirmaba el diagnóstico por COVID-19

a través de la evidencia que compartían y al finalizar la entrevista inició la aplicación de pruebas, a esta fase se le llamó preentrenamiento.

En la fase de preentrenamiento se agendaron sesiones en Zoom para poder llevar a cabo las evaluaciones, estas se realizaron aproximadamente entre uno y tres días después de haber concluido la entrevista inicial, las evaluaciones se realizaron en aproximadamente dos sesiones de una hora por sesión, separadas por un día o dos de diferencia, esto dependiendo de los tiempos de cada participante, en cada sesión se aplicaba una prueba de evaluación cognitiva (MoCA o IMT) y se aplicaba el inventario de depresión de Beck o la prueba de calidad de vida WHOQoL-BREF.

Cabe de resaltar que, para la aplicación de pruebas, se siguieron las recomendaciones de MoCA COGNITION (2021) (ver anexo 5) con el objetivo de disminuir el mayor nivel de sesgo posible durante la aplicación en línea. Antes de cada evaluación se le indicó a cada participante (vía WhatsApp) que el día de la evaluación estuviera en un lugar fuera de estímulos distractores y dependiendo de la prueba, se le solicitaba que tuviera a la mano lápiz y hojas blancas.

Después de haber finalizado la etapa de preentrenamiento, se comenzó con la fase de entrenamiento, para ello se agendó una sesión en Zoom aproximadamente entre uno y dos días después de las evaluaciones en esta se brindó una explicación detallada de lo que consistía dicha fase y de la plataforma de estimulación cognitiva NeuroNation. Se proporcionó información relacionada con el tiempo y la duración del entrenamiento, que de acuerdo con el estudio de Strobach y sus colaboradores (2017), se les explicó a los participantes que debían entrenar en 21 sesiones diarias de 30 a 35 minutos en cualquier momento del día. Adicional a ello se brindó un video tutorial de cómo obtener y utilizar la plataforma NeuroNation, el entrenamiento lo iniciaron aproximadamente entre uno y tres días después de la sesión informativa.

Se destaca que, las sesiones de entrenamiento no se realizaron en una videoconferencia, para asegurarse de que se estuviese realizando, se le solicitaba al participante que lo llevara a cabo en un lugar fuera de distractores y libre de instrumentos que pudiera utilizar de apoyo, al finalizar cada ronda de entrenamiento se le pidió tomar una captura de pantalla de los resultados obtenidos en cada tarea que se realizaba (ver anexo 6) y al finalizar su sesión de estimulación cognitiva se le pidió compartir sus evidencias de entrenamiento a través de un mensaje de WhatsApp, durante la interacción por dicha plataforma se le preguntaba por las facilidades y dificultades que experimentó al realizar el entrenamiento y las respuestas se llenaban en una bitácora diseñada para cada participante (ver anexo 7).

Al finalizar la etapa de entrenamiento, se agendó una sesión en Zoom aproximadamente entre uno y tres días después de finalizar el entrenamiento, se volvieron a realizar las evaluaciones de la misma manera que en la fase de preentrenamiento, siendo esto la fase de postentrenamiento. Al terminar esta última etapa se agendó una sesión en Zoom con cada participante aproximadamente una semana después, en esta se brindó un informe (ver anexo 8) acompañado de una explicación detallada de los resultados obtenidos, adicional a ello se les proporcionó el link del canal de YouTube del laboratorio de Neurobiología del envejecimiento y daño cerebral, en este se publicaron videos con consejos para mejorar las funciones cognitivas y videos de relajación (ver anexo 9).

Para los participantes que abandonaron el estudio (ver página 42), se agendó una sesión en Zoom en una fecha que estableciera el participante por la cual, se sintiera en una condición más óptima, en la sesión se brindó un informe detallado con los resultados obtenidos al momento de abandonar el estudio y también se les proporcionó el link del canal de YouTube. En la siguiente figura se muestra un resumen de las fases de esta investigación.

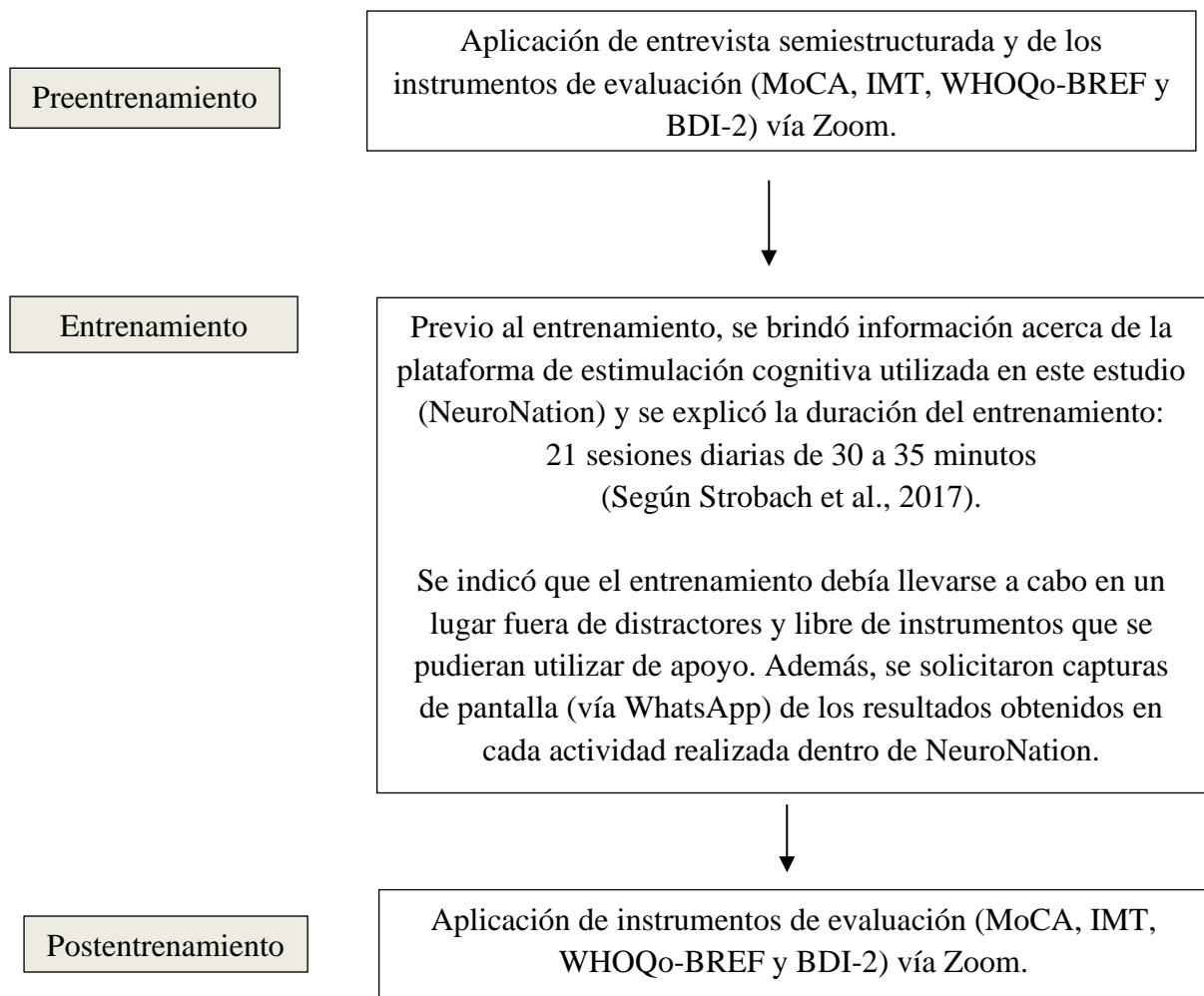


Figura 2. Esquema de las fases de evaluación del estudio

Análisis estadístico

Los análisis se realizaron con el paquete estadístico SPSS versión 25, se llevó a cabo un análisis descriptivo de los datos obtenidos en la entrevista semiestructurada. Para el análisis de los resultados, se utilizó la prueba t de Wilcoxon, con el fin de conocer si se presentaban diferencias significativas en los resultados de las pruebas aplicadas en todos los participantes que reportaron quejas subjetivas de memoria y aquellos que no las reportaron, antes y después de utilizar el entrenamiento de estimulación cognitiva NeuroNation. Se decidió utilizar este estadístico no paramétrico por el tamaño de la muestra, ya que como lo sugieren Gómez y sus colaboradores (2003), cuando una muestra es menor a once, el empleo de las pruebas no paramétricas es el más indicado.

También se utilizó la prueba t de Wilcoxon para analizar si dentro del grupo de personas que reportaron quejas subjetivas de memoria y del grupo de personas que no reportaron quejas subjetivas de memoria, se presentaban diferencias significativas en los resultados de los instrumentos aplicados antes y después de utilizar NeuroNation. Para todos los análisis el nivel de significancia que se asumió fue de $p < 0.05$.

Resultados

A continuación, se presentan los datos obtenidos de la entrevista semiestructurada, se mostrarán los datos cuantitativos (tabla 2) y cualitativos (tabla 4, 5, 6, 7, 8 y 9), mientras que en la tabla 3 se muestra la media y desviación estándar de la edad, así como de la frecuencia en las variables: sexo, escolaridad, localidad y vivienda.

Tabla 2.

Datos demográficos cuantitativos

Participante	Sexo	Edad	Escolaridad	Localidad	Vivienda
ASE-4	Mujer	47	Licenciatura	Ciudad de México	Departamento
ASE-5	Mujer	56	Licenciatura	Ciudad de México	Departamento
DNCS-7	Mujer	46	Maestría	Estado de México	Casa
DSM-1	Hombre	47	Licenciatura	Ciudad de México	Departamento
DSM-3	Mujer	49	Doctorado	Ciudad de México	Departamento
ORAG-4	Mujer	28	Licenciatura	Ciudad de México	Casa

Nota. En esta tabla se muestran los datos demográficos cuantitativos obtenidos en la entrevista semiestructurada, a cada participante se le brindó un código de identificación, estos se pueden observar en la columna 1. Los datos de la columna 5 y 6 fueron extraídos de la pregunta “¿Cuál es tu dirección actual?”.

Tabla 3.*Promedio y frecuencias de datos demográficos*

		Media	Desviación estándar
Edad		45.50	9.31
Sexo	Mujer	5	83.3
	Hombre	1	16.7
Escolaridad	Licenciatura	4	66.7
	Maestría	1	16.7
	Doctorado	1	16.7
Localidad	Ciudad de México	5	83.3
	Estado de México	1	16.7
Vivienda	Departamento	4	66.7
	Casa	2	33.3

Nota. En esta tabla se muestra la media en la edad de la muestra, así como de las frecuencias en las variables de sexo, escolaridad, localidad y vivienda.

Tabla 4.*Datos demográficos cualitativos*

Participante	Actualmente ¿Con quién vive?	¿Cuál era su ocupación antes de la COVID-19?	¿Cuál es su ocupación actual?
ASE-4	“Con mi pareja”	“Trabajaba con niños que tienen problemas de aprendizaje”	“Sigo trabajando con niños que tienen problemas de aprendizaje”
ASE-5	“Con mi esposo y mi hijo”	“Trabajaba en una universidad, en el área administrativa”	“Ama de casa”
DNCS-7	“Esposo y tres hijos”	“Ingeniería de mantenimiento”	“Ingeniería de mantenimiento”
DSM-1	“Esposa y dos hijos”	“Contador independiente”	“Contador independiente”
DSM-3	“Esposo”	“Investigadora”	“Investigadora”
ORAG-4	“Con mis papás”	“Estudiante de maestría”	“Desempleada”

Nota. En esta tabla se muestran los datos demográficos cualitativos, obtenidos en la entrevista semiestructurada, a cada participante se le brindó un código de identificación, estos se pueden observar en la columna 1. La pregunta realizada en la tabla 3 se refiere a la ocupación que se tenía antes de la pandemia por la COVID-19.

Tabla 5.

Datos sobre el contagio por la COVID-19

Participante	¿Qué tipo de COVID-19 tuvo?	¿Qué síntomas presentó?	¿Con cuál situación se identifica?	Síntomas que se deberían presentar según la guía clínica para el tratamiento de la COVID-19 en México
ASE-4	Moderado	Fiebre, tos seca, fatiga o cansancio, dolor de cabeza, dolor de pecho, dolor en los pulmones, dolor de espalda, aumento de olfato y gusto.	Hospitalización sin necesidad de un ventilador	Signos clínicos de neumonía como fiebre, tos, disnea, respiración rápida incluida una SpO2 del 90% o superior al aire ambiente.
ASE-5	Moderado	Pérdida de olfato, pérdida de gusto, fatiga o cansancio, diarrea, dolor de cabeza, inflamación de estómago, retortijones.	Algunos síntomas excluyendo respiratorios	Signos clínicos de neumonía como fiebre, tos, disnea, respiración rápida incluida una SpO2 del 90% o superior al aire ambiente.
DNCS-7	Leve	Fiebre, pérdida de gusto, fatiga o cansancio, ardor en ojos, pérdida del apetito, no tuvo síntomas respiratorios.	Algunos síntomas excluyendo respiratorios	Fiebre, tos, fatiga, dolor de garganta, congestión nasal, dolor de cabeza, diarrea, náusea, vómitos, pérdida del olfato o gusto, mareos, agitación, debilidad, dificultad para respirar, SpO2 mayor o igual a 94.
DSM-1	Moderado	Fiebre, tos seca, fatiga o cansancio, dolor de cabeza, falta de aire, dolor de pecho.	Síntomas respiratorios con asistencia médica en casa	Signos clínicos de neumonía como fiebre, tos, disnea, respiración rápida incluida una SpO2 del 90% o superior al aire ambiente.

DSM-3	Moderado	Fiebre, tos seca, pérdida de olfato, pérdida de gusto, fatiga o cansancio, diarrea, dolor de cabeza, falta de aire, dolor de pecho, disnea, neumonía.	Síntomas respiratorios con asistencia médica en casa	Signos clínicos de neumonía como fiebre, tos, disnea, respiración rápida incluida una SpO2 del 90% o superior al aire ambiente.
ORAG-4	Leve	Fiebre, tos seca, pérdida de olfato, fatiga o cansancio, dolor de cabeza.	Algunos síntomas excluyendo respiratorios	Fiebre, tos, fatiga, dolor de garganta, congestión nasal, dolor de cabeza, diarrea, náusea, vómitos, pérdida del olfato o gusto, mareos, agitación, debilidad, dificultad para respirar, SpO2 mayor o igual a 94.

Nota. En esta tabla se muestran los datos cualitativos sobre el contagio por la COVID-19, obtenidos en la entrevista semiestructurada, A los pacientes se les preguntó qué tipo de COVID-19 habían presentado y de forma subjetiva, con base a sus síntomas y experiencia, fue que determinaron el nivel de gravedad que presentaron. En la columna tres se reportan los síntomas que presentaron los participantes, en la columna 4 se muestra un enunciado con el que se identificaron. Dentro de la entrevista semiestructurada se les preguntó “De acuerdo con los síntomas que presentó, ¿Con cuál situación se identifica?” las opciones de respuesta fueron: “Algunos síntomas excluyendo respiratorios”, “Síntomas respiratorios sin asistencia en casa”, “Síntomas respiratorios con asistencia médica en casa”, “Hospitalización sin necesidad de un ventilador” y “Hospitalización con necesidad de un ventilador”. En la columna 5 se presentan los síntomas de la Guía clínica para el tratamiento de la COVID-19 en México (Gobierno de México, 2021) que se deberían presentar según el tipo de COVID-19 reportado

Tabla 6.

Fecha de infección

Participante	¿Tiene la fecha de confirmación de la enfermedad?	¿Cuánto tiempo tuvo la enfermedad?
ASE-4	“Mediados de enero de 2021”	“Nueve días aproximadamente, cuatro días en el hospital y cinco días en casa”
ASE-5	“Julio de 2020”	“Hice cuarentena”
DNCS-7	“20 de enero de 2021”	“Dos semanas”
DSM-1	“6 de febrero de 2021”	“Tres semanas”
DSM-3	“28 de septiembre 2020”	“Cinco o seis semanas”
ORAG-4	“15 de abril de 2021”	“Dos semanas”

Nota. En esta tabla se muestran los datos cualitativos sobre la fecha de infección de los pacientes, a cada participante se le brindó un código de identificación, estos se pueden observar en la columna 1.

Tabla 7.

Datos sobre la vacunación

Participante	¿Ya se vacunó contra la COVID-19?	¿Cuántas dosis tiene?	¿Qué compañía de vacuna le aplicaron en la primera y/o segunda dosis?
ASE-4	“Sí”	“Dos”	“AstraZeneca”
ASE-5	“Sí”	“Dos”	“Pfizer”
DNCS-7	“Sí”	“Dos”	“AstraZeneca”
DSM-1	“No”	No aplica	No aplica
DSM-3	“Sí”	“Dos”	“Pfizer”
ORAG-4	“No”	No aplica	No aplica

Nota. En esta tabla se muestran los datos cualitativos sobre la vacunación de los participantes, a cada participante se le brindó un código de identificación, estos se pueden observar en la columna 1. La vacuna AstraZeneca tiene un 70% de efectividad contra la COVID-19, se necesitan 2 dosis para tener la protección máxima, mientras que la vacuna Pfizer tiene un 95% de efectividad y también se necesitan 2 dosis para tener la protección máxima (Secretaría de Salud, 2021; Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios, 2022).

Tabla 8.

Quejas subjetivas ante el contagio por la COVID-19

Participante	De forma general, ¿Cómo se ha sentido después de la enfermedad?	De manera particular, ¿Cómo considera el estado actual de su memoria después de la enfermedad?
ASE-4	“Recién que salí del hospital me sentía deprimida, angustiada, irritabilidad, tristeza, mucha ansiedad. Luego empecé con los dolores de pecho, en la espalda, se me dormían las manos, los pies”	Daño leve
ASE-5	“Mal”	Daño moderado
DNCS-7	"Sensible, anormal, lenta, olvido cosas, con sensación de menor inteligencia, siento que no soy la misma, he tenido perdida de mucho cabello y he tenido piel reseca"	Daño moderado
DSM-1	“Se me duermen muy fácil los brazos, he tenido olvidos recientes por tres o	Sin daño

cuatro semanas, en abril me empecé a recuperar”

DSM-3	“Bien, casi normal, con confusión y problemas para recordar datos de corto plazo, tengo un poco más de problemas en atención, especialmente para mantener la concentración”	Daño leve
ORAG-4	“Bien”	Sin daño

Nota. En esta tabla se muestran los datos cualitativos sobre las quejas subjetivas ante el contagio por la COVID-19, a cada participante se le brindó un código de identificación, estos se pueden observar en la columna 1. En la columna 3 se observa una pregunta que se les hizo a los participantes “De manera particular, ¿Cómo considera el estado actual de su memoria después de la enfermedad?” para esta cuestión se les presentaron diferentes opciones de respuesta, estas fueron: “Sin daño”, “Daño leve”, “Daño moderado” y “Daño grave”.

Tabla 9.

Hábitos de los participantes

Participante	¿Cuántas comidas toma al día?	¿Realiza actividad física actualmente?	¿A qué hora se va a dormir?	¿A qué hora despierta?
ASE-4	“3”	“No”	“Entre 11:00 pm y 12:00 am”	“8:00 am”
ASE-5	“5”	“Clases de baile, caminar todos los días 45 minutos, pero toda la pandemia no lo hice”	“A las 12 de la noche”	“6:00 am”
DNCS-7	“3”	“Sí, natación una vez a la semana”	“10:00 pm”	“4:15 am”
DSM-1	“3”	“No”	“Entre 12:00 am y 1:00 am”	“8:00 am”
DSM-3	“3”	“Camino 30 minutos diario, corro de 15 a 20 minutos una vez a la semana, hago squash 2 veces por semana durante una hora”	“Entre 10:30 pm y 11:30 pm”	“7:30 am”
ORAG-4	“3”	“No”	“11:00 pm”	“7:00 am”

Nota. En esta tabla se muestran los datos cualitativos sobre algunos hábitos que fueron cuestionados en la entrevista semiestructurada, a cada participante se le brindó un código de identificación, estos se pueden observar en la columna 1.

Tabla 10.

Expectativas y cambios

Participante	¿Qué espera usted de este entrenamiento?	Hasta el día de hoy, ¿Ha presentado algún tipo de cambio en su vida? por ejemplo, iniciar un tratamiento médico, salir de viaje, pérdida familiar, etc.
ASE-4	“Mejorar mis cuestiones de la atención, concentración”	“He estado tomando mucho medicamento”
ASE-5	“Mejorar la situación de la memoria, recordar, acordarme de muchas palabras que se me olvidan”	“Iniciar un tratamiento”
DNCS-7	"Mejorar porque mi fuerza de trabajo es mi cerebro y quiero mejorar, aunque sea un poco"	“El tipo de trabajo de mi esposo, casos de COVID-19 en familiares, complicaciones en el empleo por los efectos a largo plazo por el COVID-19”
DSM-1	“Ver las secuelas que pueda tener uno, a corto, mediano y largo plazo, y sus efectos negativos a través del tiempo”	“No”
DSM-3	“Ver si hay algún déficit por el COVID, recuperar lo perdido y gimnasia mental”	“Sí, falleció el padre de mi esposo y viajé a Veracruz para descansar una semana”
ORAG-4	“Espero saber cómo está mi memoria”	“No”

Nota. En esta tabla se muestran los datos cualitativos sobre las expectativas que tienen los pacientes ante el entrenamiento de estimulación cognitiva y también se les preguntó si habían tenido algún tipo de cambio en su vida, a cada participante se le brindó un código de identificación, estos se pueden observar en la columna 1.

En las siguientes figuras se presentan los resultados obtenidos de las pruebas aplicadas en la fase de preentrenamiento y postentrenamiento, de todos los participantes, de forma

conjunta, también se muestra el porcentaje de cambio, puntuación mínima, puntuación máxima, media, desviación estándar y datos normativos de las pruebas (ver pie de cada figura).

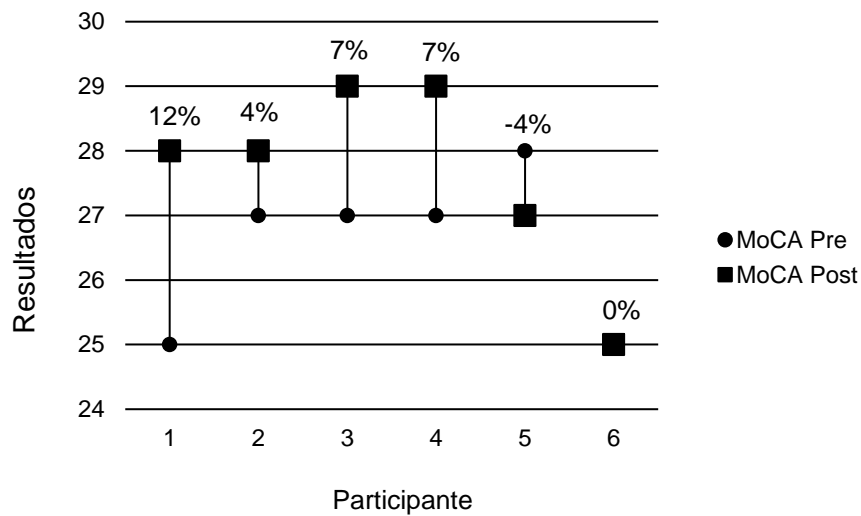


Figura 3. Resultados obtenidos de la prueba MoCA para la fase de preentrenamiento y postentrenamiento

Se muestra el porcentaje de cambio en cada participante, los cuales se obtuvieron con el programa Excel 365. La puntuación mínima obtenida en la fase de preentrenamiento (MoCA Pre) fue de 25, la máxima de 28, la media fue de 26.50 con una desviación estándar de 1.22, mientras que para la fase de postentrenamiento (MoCA Post) la puntuación mínima fue de 25 y la máxima de 29, se obtuvo una media de 27.67 con una desviación estándar de 1.50. Una puntuación entre 26 y 30 puntos significa que la persona no tiene deterioro cognitivo, mientras que las puntuaciones menores a 26 implican un deterioro cognitivo leve (Nasreddine et al., 2005).

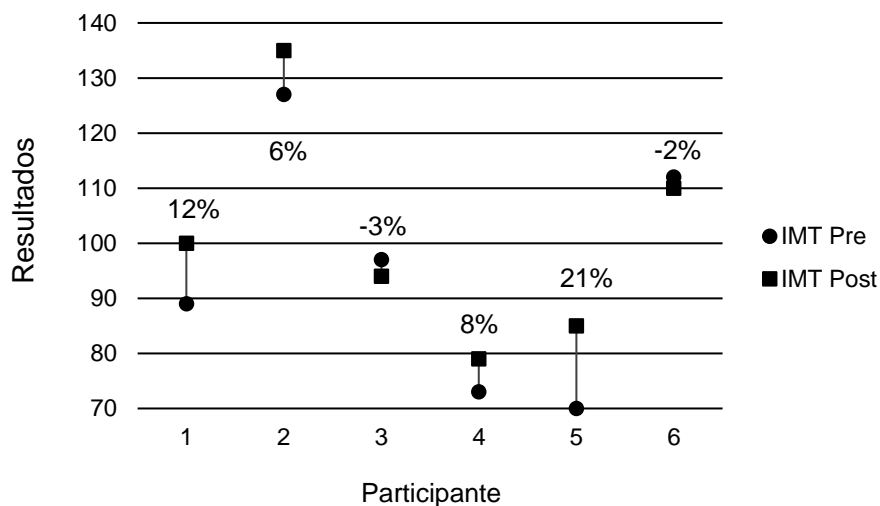


Figura 4. Resultados obtenidos del índice de memoria de trabajo IMT para la fase de preentrenamiento y postentrenamiento

Se muestra el porcentaje de cambio en cada participante, los cuales se obtuvieron con el programa Excel 365. La puntuación mínima obtenida en la fase de preentrenamiento (IMT Pre) fue de 70, la máxima de 127, la media fue de 94.67 con una desviación estándar de 22.18, mientras que para la fase de postentrenamiento (IMT Post) la puntuación mínima fue de 79 y la máxima de 135, se obtuvo una media de 100.50 con una desviación estándar de 20.12. Una puntuación entre 70 y 79 significa límite, de 80 a 89 se considera promedio bajo, de 90 a 109 promedio, 110 a 119 promedio alto y de 120 a 129 se considera superior (Abdelhamid et al., 2021).

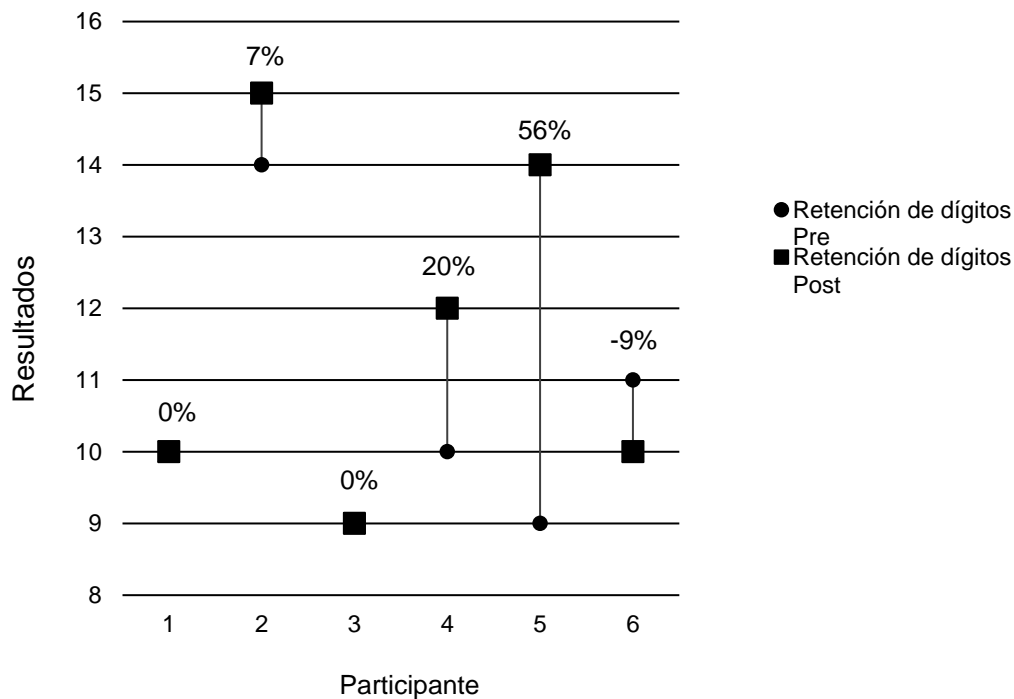


Figura 5. Puntuaciones escalares obtenidas en la subprueba de retención de dígitos perteneciente al índice de memoria de trabajo IMT para la fase de preentrenamiento y postentrenamiento

Se muestra el porcentaje de cambio en cada participante, los cuales se obtuvieron con el programa Excel 365. La puntuación mínima obtenida en la fase de preentrenamiento (Retención de dígitos Pre) fue de 9, la máxima de 14, la media fue de 10.50 con una desviación estándar de 1.87, mientras que para la fase de postentrenamiento (Retención de dígitos Post) la puntuación mínima fue de 9 y la máxima de 15, se obtuvo una media de 11.67 con una desviación estándar de 2.42. Una puntuación entre 3 a 6 significa que la persona se encuentra dentro de un nivel bajo, entre 7 y 13 se considera promedio, de 14 a 16 promedio alto y una puntuación mayor a 17 se considera superior (Abdelhamid et al., 2021).

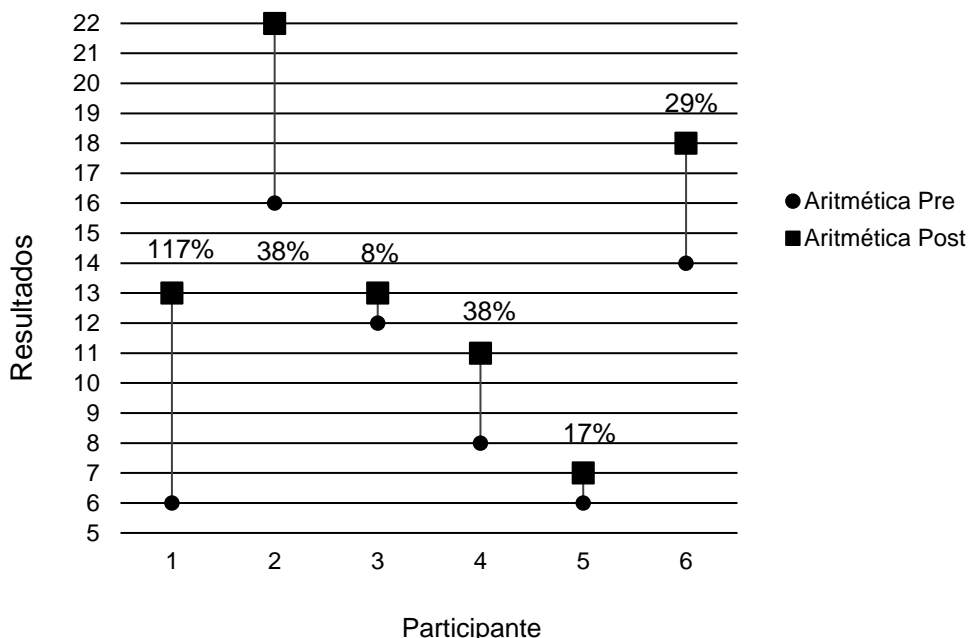


Figura 6. Puntuaciones escalares obtenidas en la subprueba de aritmética perteneciente al índice de memoria de trabajo IMT para la fase de preentrenamiento y postentrenamiento

Se muestra el porcentaje de cambio en cada participante, los cuales se obtuvieron con el programa Excel 365. La puntuación mínima obtenida en la fase de preentrenamiento (Aritmética Pre) fue de 6, la máxima de 16, la media fue de 10.33 con una desviación estándar de 4.27, mientras que para la fase de postentrenamiento (Aritmética Post) la puntuación mínima fue de 7 y la máxima de 22, se obtuvo una media de 14 con una desviación estándar de 5.29. Una puntuación entre 3 a 6 significa que la persona se encuentra dentro de un nivel bajo, entre 7 y 13 se considera promedio, de 14 a 16 promedio alto y una puntuación mayor a 17 se considera superior (Abdelhamid et al., 2021).

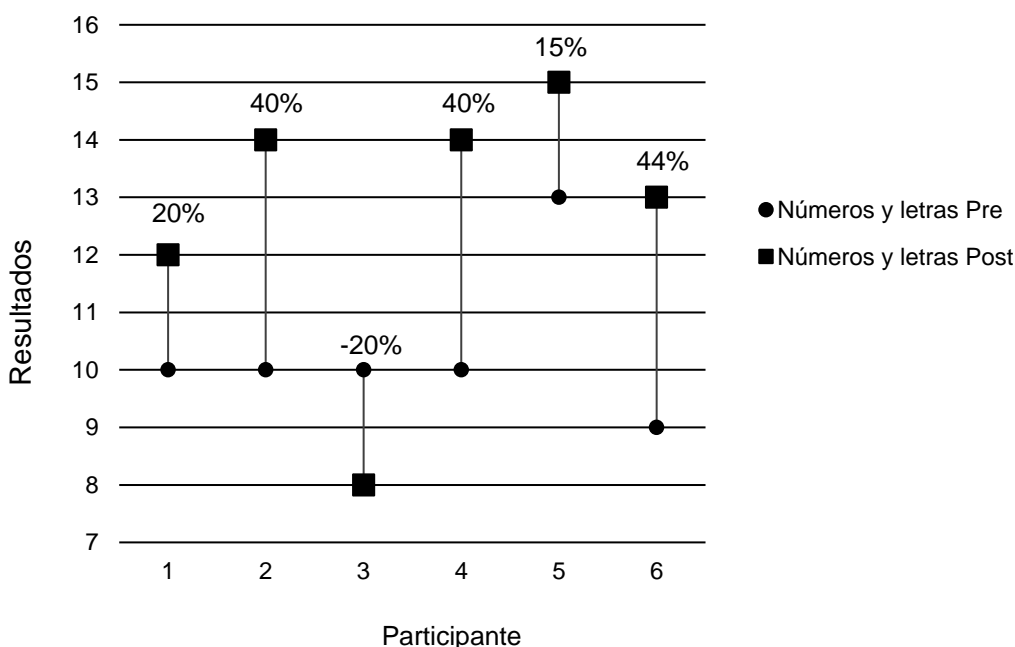


Figura 7. Puntuaciones escalares obtenidas en la subprueba de números y letras perteneciente al índice de memoria de trabajo IMT para la fase de preentrenamiento y postentrenamiento

Se muestra el porcentaje de cambio en cada participante, los cuales se obtuvieron con el programa Excel 365. La puntuación mínima obtenida en la fase de preentrenamiento (Números y letras Pre) fue de 9, la máxima de 13, la media fue de 10.33 con una desviación estándar de 1.36, mientras que para la fase de postentrenamiento (Números y letras Post) la puntuación mínima fue de 8 y la máxima de 15, se obtuvo una media de 12.67 con una desviación estándar de 2.50. Una puntuación entre 3 a 6 significa que la persona se encuentra dentro de un nivel bajo, entre 7 y 13 se considera promedio, de 14 a 16 promedio alto y una puntuación mayor a 17 se considera superior (Abdelhamid et al., 2021).

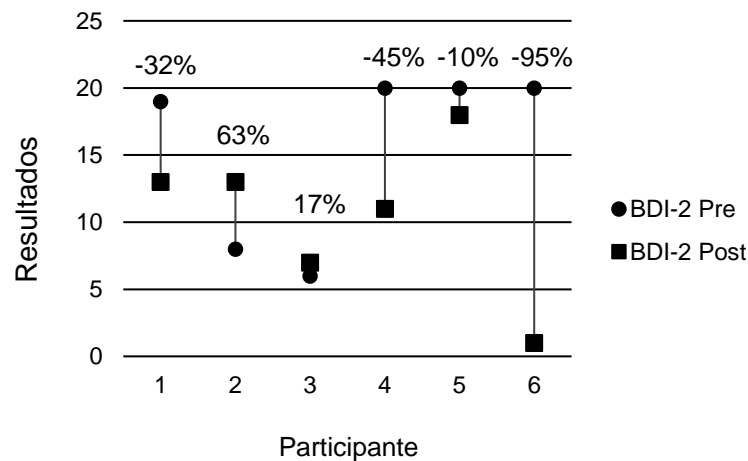


Figura 8. Resultados obtenidos en el inventario de depresión de Beck BDI-2 para la fase de preentrenamiento y postentrenamiento

Se muestra el porcentaje de cambio en cada participante, los cuales se obtuvieron con el programa Excel 365. La puntuación mínima obtenida en la fase de preentrenamiento (BDI2 Pre) fue de 6, la máxima de 20, la media fue de 15.50 con una desviación estándar de 6.62, mientras que para la fase de postentrenamiento (BDI2 Post) la puntuación mínima fue de 1 y la máxima de 18, se obtuvo una media de 10.50 con una desviación estándar de 5.85. Una puntuación entre 1 y 10 se considera normal, de 11 a 16 como una leve perturbación del estado de ánimo y de 17 a 20 como estados de depresión intermitentes (Nardone et al., 2021).

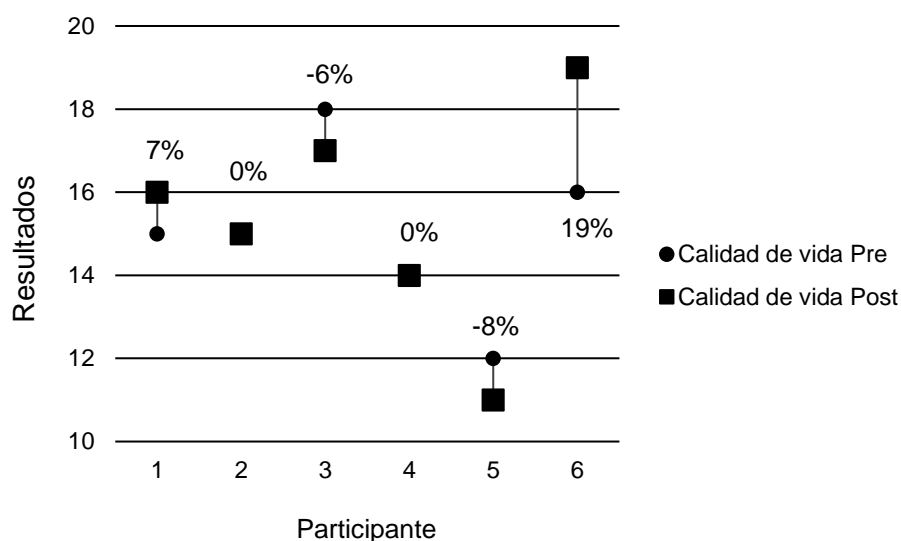


Figura 9. Resultados obtenidos en la prueba WHOQoL-BREF de calidad de vida para la fase de preentrenamiento y postentrenamiento

Se muestra el porcentaje de cambio en cada participante, los cuales se obtuvieron con el programa Excel 365. La prueba WHOQoL-BREF evalúa el nivel de calidad de vida a través de puntuaciones directas. La puntuación mínima obtenida en la fase de preentrenamiento (Calidad de vida Pre) fue de 12, la máxima de 18, la media fue de 15 con una desviación estándar de 2, mientras que para la fase de postentrenamiento (Calidad de vida Post) la puntuación mínima fue de 11 y la máxima de 19, se obtuvo una media de 15.33 con una desviación estándar de 2.73. En la prueba WHOQoL-BREF, la calificación mínima que se puede obtener es de 4 y la máxima de 20 puntos, esto significa que, a menor puntuación, menor calidad de vida; a mayor puntuación, mayor calidad de vida (López, González y Tejada, 2016).

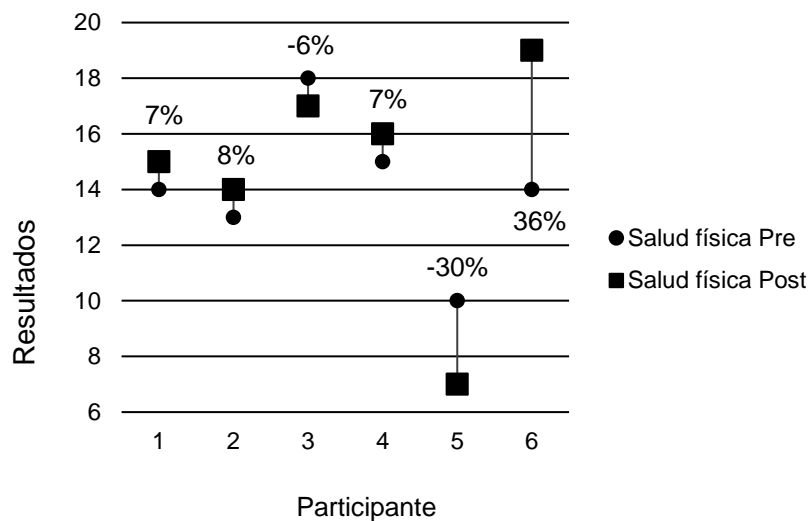


Figura 10. Resultados obtenidos en la dimensión de salud física de la prueba WHOQoL-BREF de calidad de vida para la fase de preentrenamiento y postentrenamiento

Se muestra el porcentaje de cambio en cada participante, los cuales se obtuvieron con el programa Excel 365. La prueba WHOQoL-BREF de calidad de vida está compuesta por 4 dimensiones evaluadas por puntuaciones directas: salud física, aspectos psicológicos, relaciones sociales y ambiente. La puntuación mínima obtenida en la fase de preentrenamiento (Salud física Pre) fue de 10, la máxima de 18, la media fue de 14 con una desviación estándar de 2.60, mientras que para la fase de postentrenamiento (Salud física Post) la puntuación mínima fue de 7 y la máxima de 19, se obtuvo una media de 14.67 con una desviación estándar de 4.1. En la prueba WHOQoL-BREF de calidad de vida, la calificación mínima que se puede obtener es de 4 y la máxima de 20 puntos, esto significa que, a menor puntuación, menor calidad de vida; a mayor puntuación, mayor calidad de vida (López, González y Tejada, 2016).

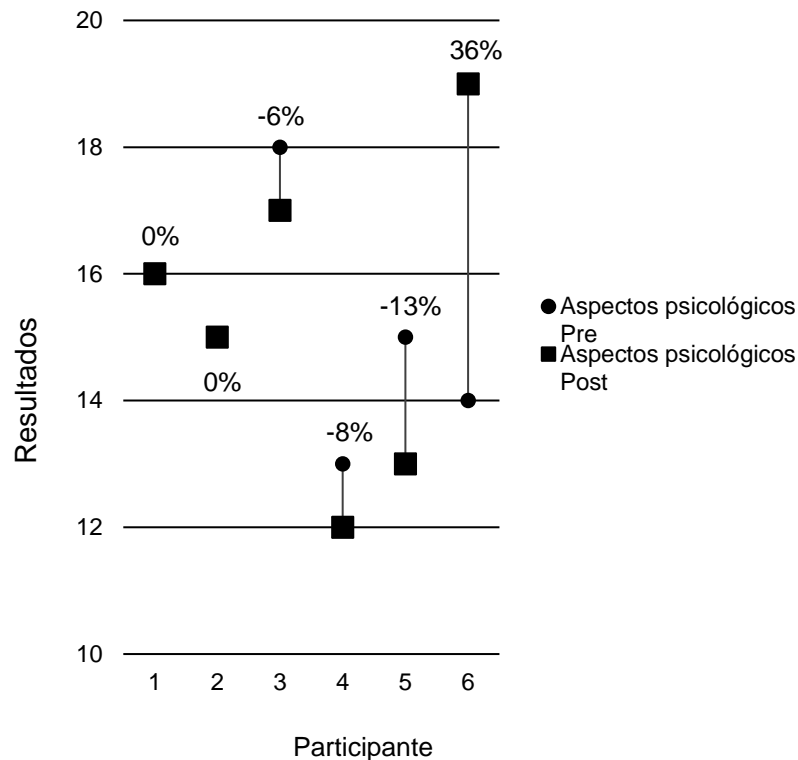


Figura 11. Resultados obtenidos en la dimensión de aspectos psicológicos de la prueba WHOQoL-BREF de calidad de vida para la fase de preentrenamiento y postentrenamiento

Se muestra el porcentaje de cambio en cada participante, los cuales se obtuvieron con el programa Excel 365. La prueba WHOQoL-BREF de calidad de vida está compuesta por 4 dimensiones evaluadas por puntuaciones directas: salud física, aspectos psicológicos, relaciones sociales y ambiente. La puntuación mínima obtenida en la fase de preentrenamiento (Aspectos psicológicos Pre) fue de 13, la máxima de 18, la media fue de 15.57 con una desviación estándar de 1.72, mientras que para la fase de postentrenamiento (Aspectos psicológicos Post) la puntuación mínima fue de 12 y la máxima de 19, se obtuvo una media de 15.33 con una desviación estándar de 2.58. En la prueba WHOQoL-BREF de calidad de vida, la calificación mínima que se puede obtener es de 4 y la máxima de 20 puntos, esto significa que, a menor puntuación, menor calidad de vida; a mayor puntuación, mayor calidad de vida (López, González y Tejada, 2016).

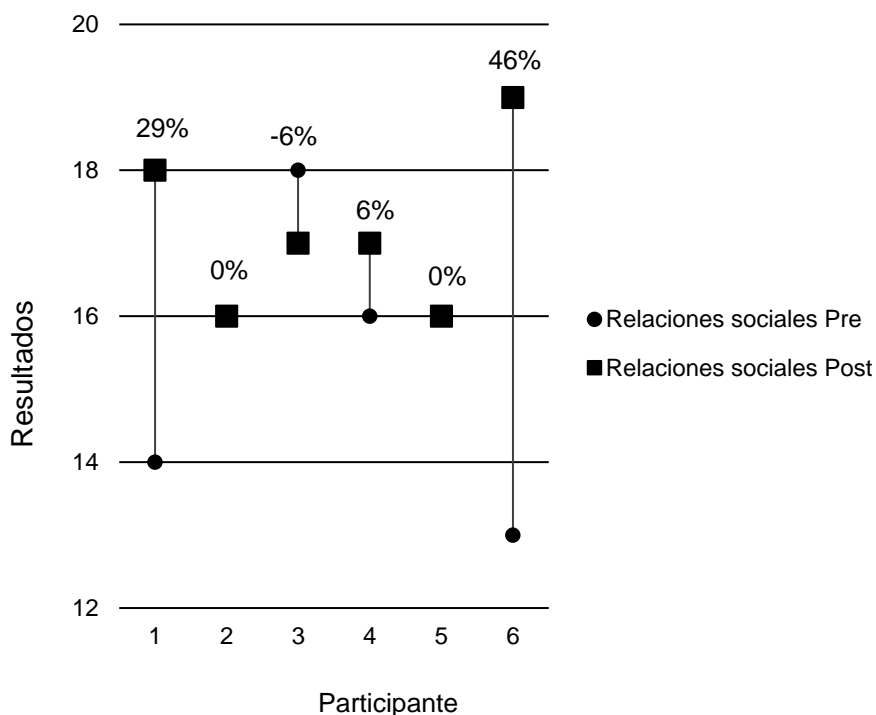


Figura 12. Resultados obtenidos en la dimensión de relaciones sociales de la prueba WHOQoL-BREF de calidad de vida para la fase de preentrenamiento y postentrenamiento

Se muestra el porcentaje de cambio en cada participante, los cuales se obtuvieron con el programa Excel 365. La prueba WHOQoL-BREF de calidad de vida está compuesta por 4 dimensiones evaluadas por puntuaciones directas: salud física, aspectos psicológicos, relaciones sociales y ambiente. La puntuación mínima obtenida en la fase de preentrenamiento (Relaciones sociales Pre) fue de 13, la máxima de 18, la media fue de 15.50 con una desviación estándar de 1.76, mientras que para la fase de postentrenamiento (Relaciones sociales Post) la puntuación mínima fue de 16 y la máxima de 19, se obtuvo una media de 17.17 con una desviación estándar de 1.16. En la prueba WHOQoL-BREF de calidad de vida, la calificación mínima que se puede obtener es de 4 y la máxima de 20 puntos, esto significa que, a menor puntuación, menor calidad de vida; a mayor puntuación, mayor calidad de vida (López, González y Tejada, 2016).

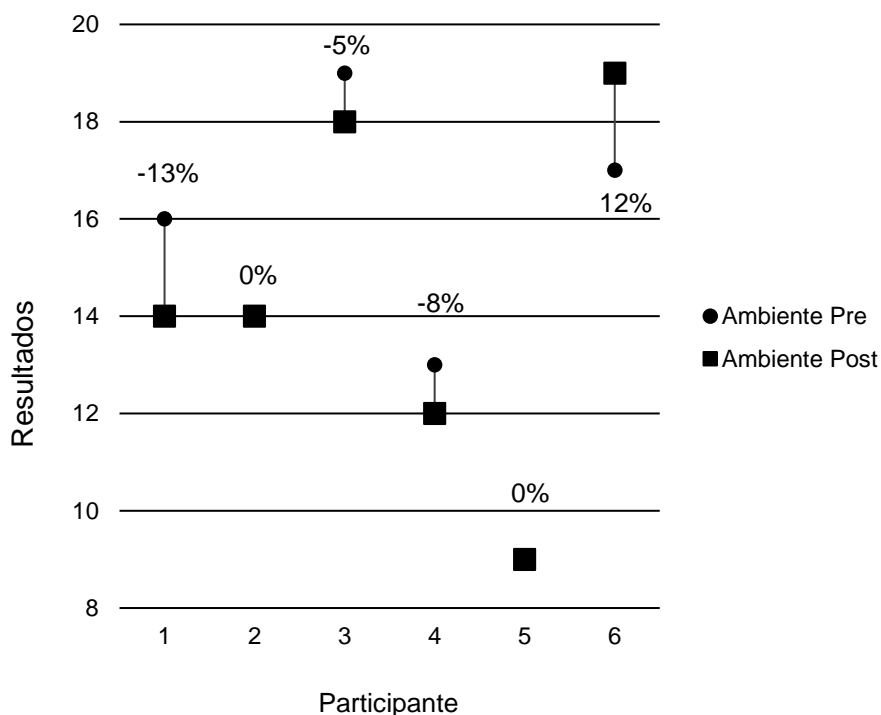


Figura 13. Resultados obtenidos en la dimensión de ambiente de la prueba WHOQoL-BREF de calidad de vida para la fase de preentrenamiento y postentrenamiento

Se muestra el porcentaje de cambio en cada participante, los cuales se obtuvieron con el programa Excel 365. La prueba WHOQoL-BREF de calidad de vida está compuesta por 4 dimensiones evaluadas por puntuaciones directas: salud física, aspectos psicológicos, relaciones sociales y ambiente. La puntuación mínima obtenida en la fase de preentrenamiento (Ambiente Pre) fue de 9, la máxima de 19, la media fue de 14.67 con una desviación estándar de 3.50, mientras que para la fase de postentrenamiento (Ambiente Post) la puntuación mínima fue de 9 y la máxima de 19, se obtuvo una media de 14.33 con una desviación estándar de 3.72. En la prueba WHOQoL-BREF de calidad de vida, la calificación mínima que se puede obtener es de 4 y la máxima de 20 puntos, esto significa que, a menor puntuación, menor calidad de vida; a mayor puntuación, mayor calidad de vida (López, González y Tejada, 2016).

Para conocer si existen diferencias significativas en los resultados de las pruebas aplicadas en el preentrenamiento y postentrenamiento, se utilizó la prueba t de Wilcoxon, se decidió utilizar dicho estadístico no paramétrico principalmente por el tamaño de la muestra, a continuación, se presentan los resultados de la prueba.

Tabla 11.*Resultados del preentrenamiento vs postentrenamiento*

	Z	P	¿Hubo diferencia significativa?
MoCA Preentrenamiento vs MoCA Postentrenamiento	-1.633b	0.102	No
IMT Preentrenamiento vs IMT Postentrenamiento	-1.572b	0.116	No
Retención de dígitos Preentrenamiento vs Retención de dígitos Postentrenamiento	-1.289b	0.197	No
Aritmética Preentrenamiento vs Aritmética Postentrenamiento	-2.207b	0.027	Sí
Números y letras Preentrenamiento vs Números y letras Postentrenamiento	-1.823b	0.068	No
BDI-2 Preentrenamiento vs BDI-2 Postentrenamiento	-1.363c	0.173	No
Calidad de vida Preentrenamiento vs Calidad de vida Postentrenamiento	-0.378b	0.705	No
Salud física Preentrenamiento vs Salud física Postentrenamiento	-0.647b	0.518	No
Aspectos psicológicos Preentrenamiento vs Aspectos psicológicos Postentrenamiento	-0.368c	0.713	No
Relaciones sociales Preentrenamiento vs Relaciones sociales Postentrenamiento	-1.289b	0.197	No
Ambiente Preentrenamiento vs Ambiente Postentrenamiento	-0.557c	0.577	No

Nota. La letra “b” se refiere a rangos negativos, “c” a rangos positivos y “d” es la suma de rangos negativos, la cual es igual a la suma de rangos positivos, todos estos rangos son parte de la prueba t de Wilcoxon, el nivel de significancia utilizada es de $p < 0.05$.

En las siguientes figuras se presentan los resultados obtenidos en la fase de preentrenamiento y postentrenamiento en el grupo de personas que reportaron quejas subjetivas en memoria, también se muestra el porcentaje de cambio, puntuación mínima, puntuación máxima, media, desviación estándar y datos normativos de las pruebas (ver pie de cada figura).

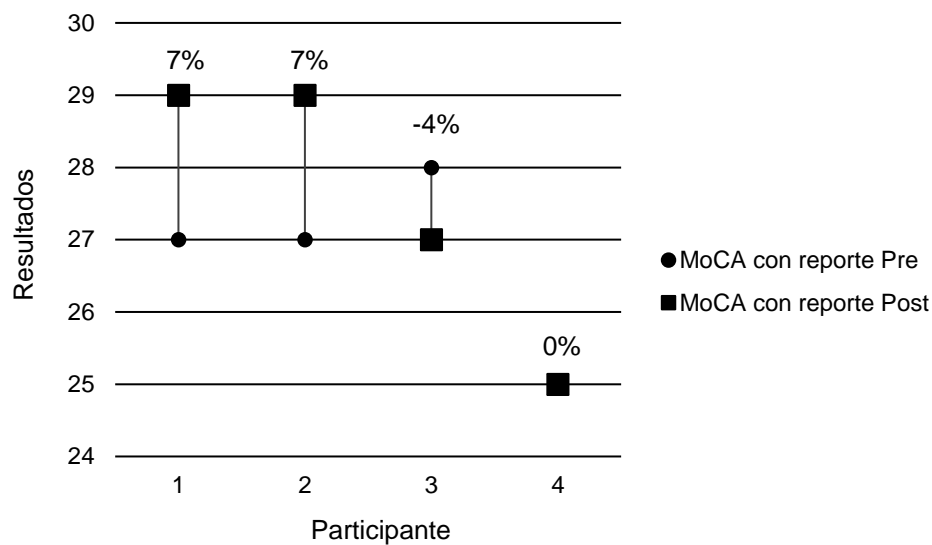


Figura 14. Resultados obtenidos de la prueba MoCA para la fase de preentrenamiento y postentrenamiento en el grupo de participantes que reportaron quejas subjetivas de memoria

En esta figura se presentan los resultados de los participantes que reportaron quejas subjetivas de memoria. Se muestra el porcentaje de cambio en cada participante, los cuales se obtuvieron con el programa Excel 365. La puntuación mínima obtenida en la fase de preentrenamiento (MoCA con reporte Pre) fue de 25, la máxima de 28, la media fue de 26.75 con una desviación estándar de 1.25, mientras que para la fase de postentrenamiento (MoCA con reporte Post) la puntuación mínima fue de 25 y la máxima de 29, se obtuvo una media de 27.50 con una desviación estándar de 1.91. Una puntuación entre 26 y 30 puntos significa que la persona no tiene deterioro cognitivo, mientras que las puntuaciones menores a 26 implican un deterioro cognitivo leve (Nasreddine et al., 2005).

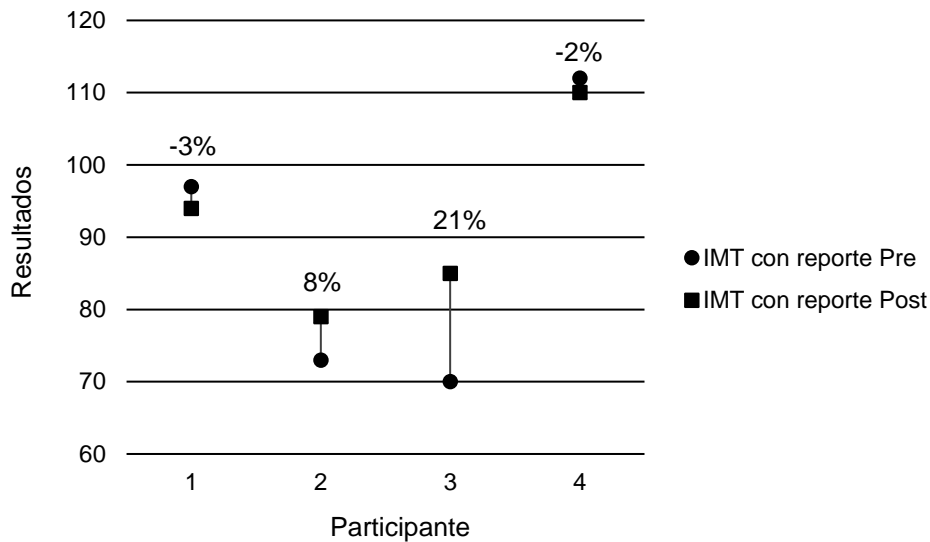


Figura 15. Resultados obtenidos en el índice de memoria de trabajo IMT para la fase de preentrenamiento y postentrenamiento en el grupo de participantes que reportaron quejas subjetivas de memoria

En esta figura se presentan los resultados de los participantes que reportaron quejas subjetivas de memoria. Se muestra el porcentaje de cambio en cada participante, los cuales se obtuvieron con el programa Excel 365. La puntuación mínima obtenida en la fase de preentrenamiento (IMT con reporte Pre) fue de 70, la máxima de 112, la media fue de 88 con una desviación estándar de 20.05, mientras que para la fase de postentrenamiento (IMT con reporte Post) la puntuación mínima fue de 79 y la máxima de 110, se obtuvo una media de 92 con una desviación estándar de 13.49. Una puntuación entre 70 y 79 significa límite, de 80 a 89 se considera promedio bajo, de 90 a 109 promedio, 110 a 119 promedio alto y de 120 a 129 se considera superior (Abdelhamid et al., 2021).

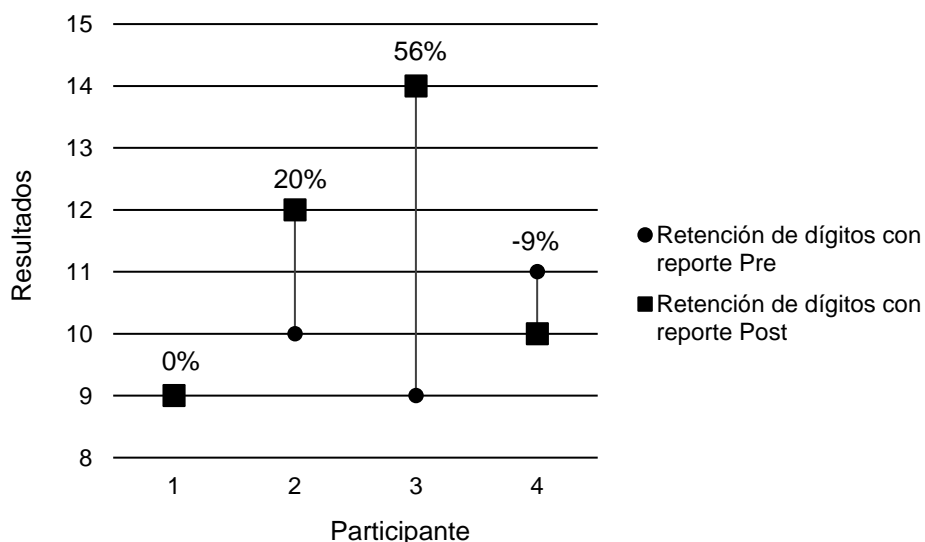


Figura 16. Puntuaciones escalares obtenidas en la subprueba de retención de dígitos perteneciente al índice de memoria de trabajo IMT para la fase de preentrenamiento y postentrenamiento en el grupo de participantes que reportaron quejas subjetivas de memoria

En esta figura se presentan los resultados de los participantes que reportaron quejas subjetivas de memoria. Se muestra el porcentaje de cambio en cada participante, los cuales se obtuvieron con el programa Excel 365. La puntuación mínima obtenida en la fase de preentrenamiento (Retención de dígitos con reporte Pre) fue de 9, la máxima de 11, la media fue de 9.75 con una desviación estándar de 0.95, mientras que para la fase de postentrenamiento (Retención de dígitos con reporte Post) la puntuación mínima fue de 9 y la máxima de 14, se obtuvo una media de 11.25 con una desviación estándar de 2.21. Una puntuación entre 3 a 6 significa que la persona se encuentra dentro de un nivel bajo, entre 7 y 13 se considera promedio, de 14 a 16 promedio alto y una puntuación mayor a 17 se considera superior (Abdelhamid et al., 2021).

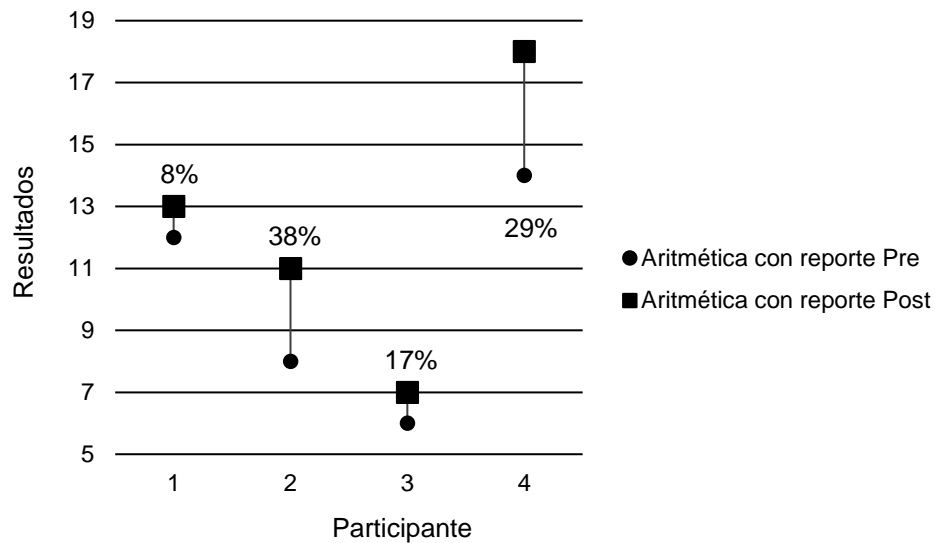


Figura 17. Puntuaciones escalares obtenidas en la subprueba de aritmética perteneciente al índice de memoria de trabajo IMT para la fase de preentrenamiento y postentrenamiento en el grupo de participantes que reportaron quejas subjetivas de memoria

En esta figura se presentan los resultados de los participantes que reportaron quejas subjetivas de memoria. Se muestra el porcentaje de cambio en cada participante, los cuales se obtuvieron con el programa Excel 365. La puntuación mínima obtenida en la fase de preentrenamiento (Aritmética con reporte Pre) fue de 6, la máxima de 14, la media fue de 10 con una desviación estándar de 3.65, mientras que para la fase de postentrenamiento (Aritmética con reporte Post) la puntuación mínima fue de 7 y la máxima de 18, se obtuvo una media de 12.25 con una desviación estándar de 4.57. Una puntuación entre 3 a 6 significa que la persona se encuentra dentro de un nivel bajo, entre 7 y 13 se considera promedio, de 14 a 16 promedio alto y una puntuación mayor a 17 se considera superior (Abdelhamid et al., 2021).

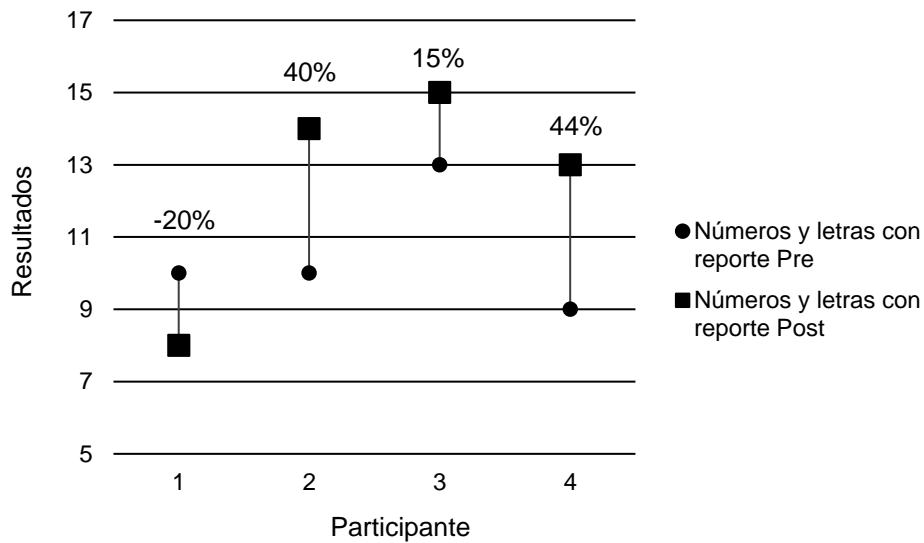


Figura 18. Puntuaciones escalares obtenidas en la subprueba de números y letras perteneciente al índice de memoria de trabajo IMT para la fase de preentrenamiento y postentrenamiento en el grupo de participantes que reportaron quejas subjetivas de memoria

En esta figura se presentan los resultados de los participantes que reportaron quejas subjetivas de memoria. Se muestra el porcentaje de cambio en cada participante, los cuales se obtuvieron con el programa Excel 365. La puntuación mínima obtenida en la fase de preentrenamiento (Números y letras con reporte Pre) fue de 9, la máxima de 13, la media fue de 10.50 con una desviación estándar de 1.73, mientras que para la fase de postentrenamiento (Números y letras con reporte Post) la puntuación mínima fue de 8 y la máxima de 15, se obtuvo una media de 12.50 con una desviación estándar de 3.10. Una puntuación entre 3 a 6 significa que la persona se encuentra dentro de un nivel bajo, entre 7 y 13 se considera promedio, de 14 a 16 promedio alto y una puntuación mayor a 17 se considera superior (Abdelhamid et al., 2021).

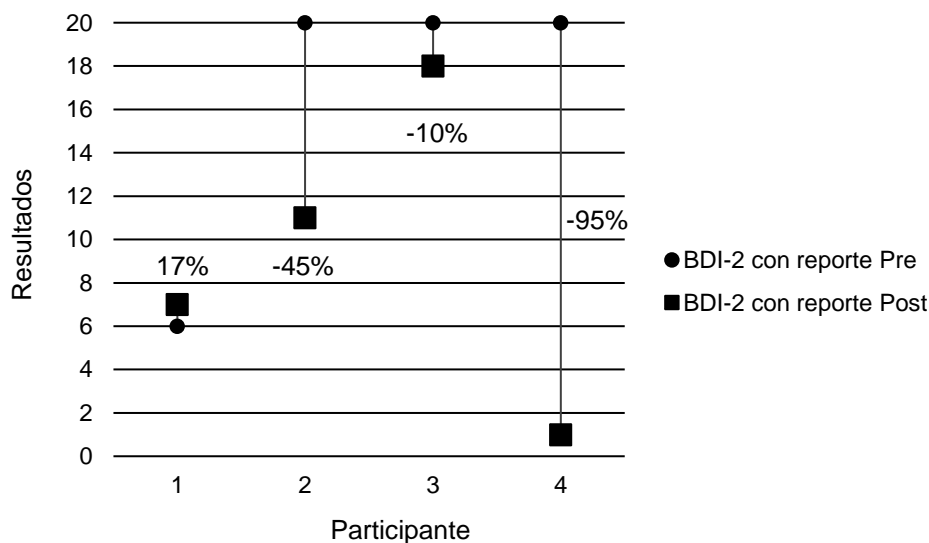


Figura 19. Resultados obtenidos en el inventario de depresión de Beck BDI-2 para la fase de preentrenamiento y postentrenamiento en el grupo de participantes que reportaron quejas subjetivas de memoria

En esta figura se presentan los resultados de los participantes que reportaron quejas subjetivas de memoria. Se muestra el porcentaje de cambio en cada participante, los cuales se obtuvieron con el programa Excel 365. La puntuación mínima obtenida en la fase de preentrenamiento (BDI-2 con reporte Pre) fue de 6, la máxima de 20, la media fue de 16.50 con una desviación estándar de 7, mientras que para la fase de postentrenamiento (BDI-2 con reporte Post) la puntuación mínima fue de 1 y la máxima de 18, se obtuvo una media de 9.25 con una desviación estándar de 7.13. Una puntuación entre 1 y 10 se considera normal, de 11 a 16 como una leve perturbación del estado de ánimo y de 17 a 20 como estados de depresión intermitentes (Nardone et al., 2021).

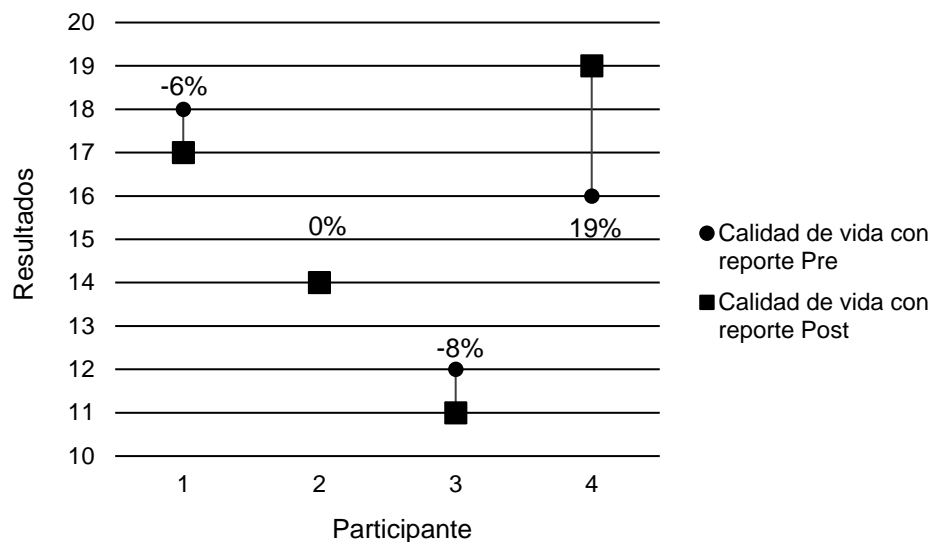


Figura 20. Resultados obtenidos en la prueba WHOQoL-BREF de calidad de vida para la fase de preentrenamiento y postentrenamiento en el grupo de participantes que reportaron quejas subjetivas de memoria. Se muestra el porcentaje de cambio en cada participante, los cuales se obtuvieron con el programa Excel 365. La prueba WHOQoL-BREF evalúa el nivel de calidad de vida a través de puntuaciones directas. La puntuación mínima obtenida en la fase de preentrenamiento (Calidad de vida con reporte Pre) fue de 12, la máxima de 18, la media fue de 15 con una desviación estándar de 2.58, mientras que para la fase de postentrenamiento (Calidad de vida con reporte Post) la puntuación mínima fue de 11 y la máxima de 19, se obtuvo una media de 15.25 con una desviación estándar de 3.50. En la prueba WHOQoL-BREF, la calificación mínima que se puede obtener es de 4 y la máxima de 20 puntos, esto significa que, a menor puntuación, menor calidad de vida; a mayor puntuación, mayor calidad de vida (López, González y Tejada, 2016).

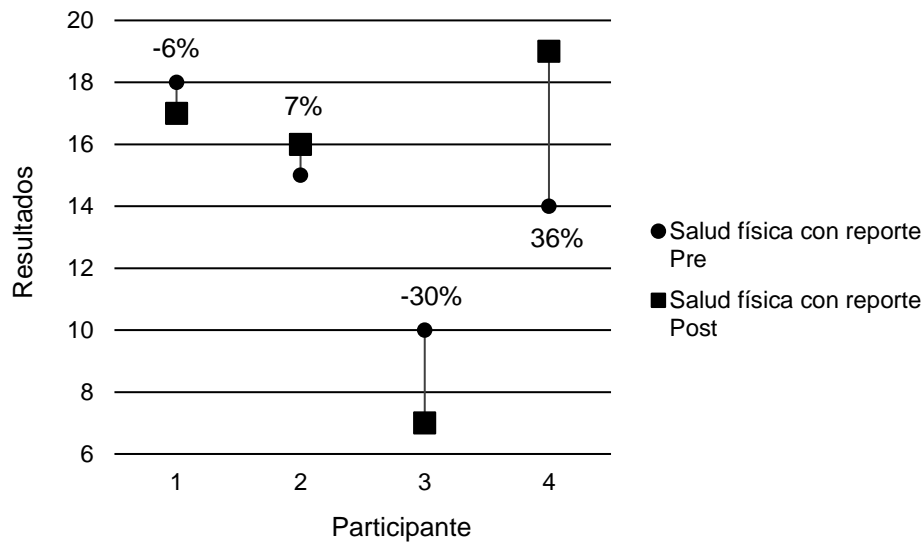


Figura 21. Resultados obtenidos en la dimensión de salud física de la prueba WHOQoL-BREF de calidad de vida para la fase de preentrenamiento y postentrenamiento en el grupo de participantes que reportaron quejas subjetivas de memoria

Se muestra el porcentaje de cambio en cada participante, los cuales se obtuvieron con el programa Excel 365. La prueba WHOQoL-BREF de calidad de vida está compuesta por 4 dimensiones evaluadas por puntuaciones directas: salud física, aspectos psicológicos, relaciones sociales y ambiente. La puntuación mínima obtenida en la fase de preentrenamiento (Salud física con reporte Pre) fue de 10, la máxima de 18, la media fue de 14.25 con una desviación estándar de 3.30, mientras que para la fase de postentrenamiento (Salud física con reporte Post) la puntuación mínima fue de 7 y la máxima de 19, se obtuvo una media de 14.75 con una desviación estándar de 5.31. En la prueba WHOQoL-BREF de calidad de vida, la calificación mínima que se puede obtener es de 4 y la máxima de 20 puntos, esto significa que, a menor puntuación, menor calidad de vida; a mayor puntuación, mayor calidad de vida (López, González y Tejada, 2016).

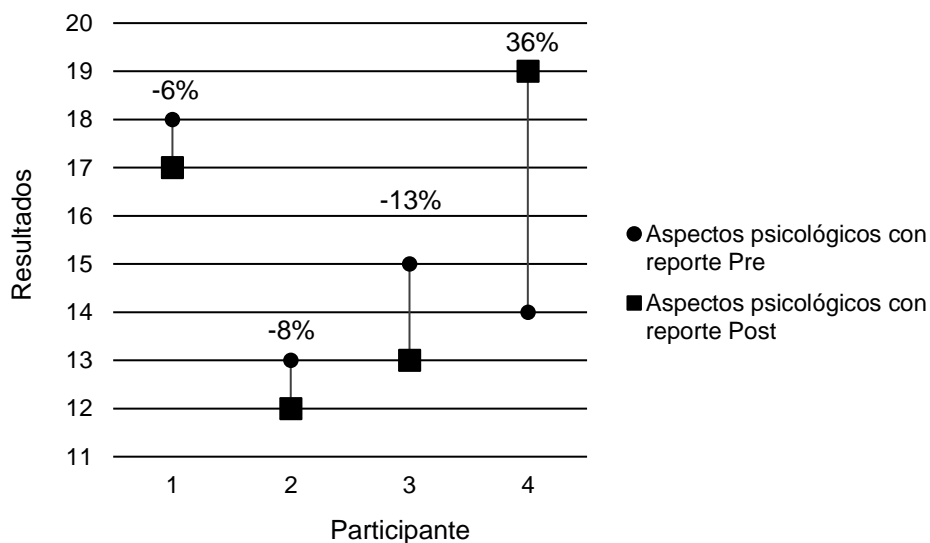


Figura 22. Resultados obtenidos en la dimensión de aspectos psicológicos de la prueba WHOQoL-BREF de calidad de vida para la fase de preentrenamiento y postentrenamiento en el grupo de participantes que reportaron quejas subjetivas de memoria

Se muestra el porcentaje de cambio en cada participante, los cuales se obtuvieron con el programa Excel 365. La prueba WHOQoL-BREF de calidad de vida está compuesta por 4 dimensiones evaluadas por puntuaciones directas: salud física, aspectos psicológicos, relaciones sociales y ambiente. La puntuación mínima obtenida en la fase de preentrenamiento (Aspectos psicológicos con reporte Pre) fue de 13, la máxima de 18, la media fue de 15 con una desviación estándar de 2.16, mientras que para la fase de postentrenamiento (Aspectos psicológicos con reporte Post) la puntuación mínima fue de 12 y la máxima de 19, se obtuvo una media de 15.25 con una desviación estándar de 3.30. En la prueba WHOQoL-BREF de calidad de vida, la calificación mínima que se puede obtener es de 4 y la máxima de 20 puntos, esto significa que, a menor puntuación, menor calidad de vida; a mayor puntuación, mayor calidad de vida (López, González y Tejada, 2016).

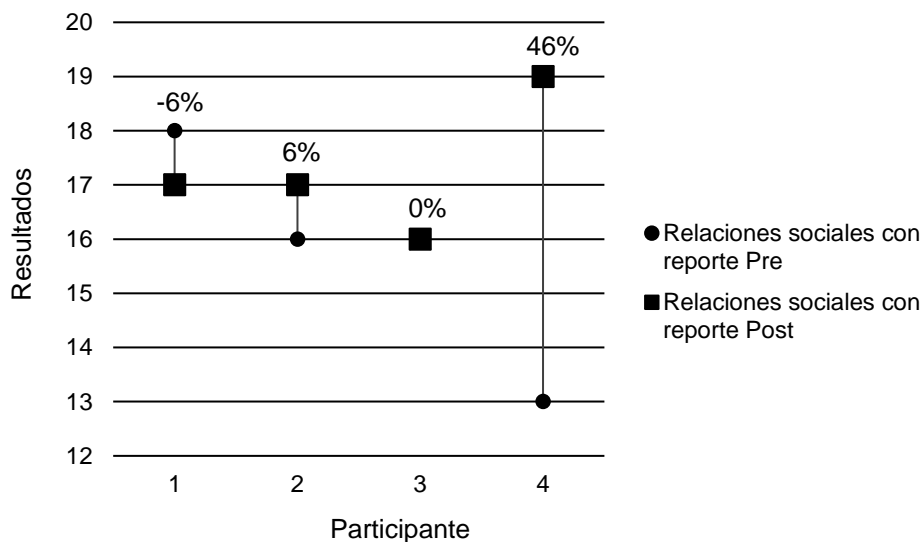


Figura 23. Resultados obtenidos en la dimensión de relaciones sociales de la prueba WHOQoL-BREF de calidad de vida para la fase de preentrenamiento y postentrenamiento en el grupo de participantes que reportaron quejas subjetivas de memoria

Se muestra el porcentaje de cambio en cada participante, los cuales se obtuvieron con el programa Excel 365. La prueba WHOQoL-BREF de calidad de vida está compuesta por 4 dimensiones evaluadas por puntuaciones directas: salud física, aspectos psicológicos, relaciones sociales y ambiente. La puntuación mínima obtenida en la fase de preentrenamiento (Relaciones sociales con reporte Pre) fue de 13, la máxima de 18, la media fue de 15.75 con una desviación estándar de 2.06, mientras que para la fase de postentrenamiento (Relaciones sociales con reporte Post) la puntuación mínima fue de 16 y la máxima de 19, se obtuvo una media de 17.25 con una desviación estándar de 1.25. En la prueba WHOQoL-BREF de calidad de vida, la calificación mínima que se puede obtener es de 4 y la máxima de 20 puntos, esto significa que, a menor puntuación, menor calidad de vida; a mayor puntuación, mayor calidad de vida (López, González y Tejada, 2016).

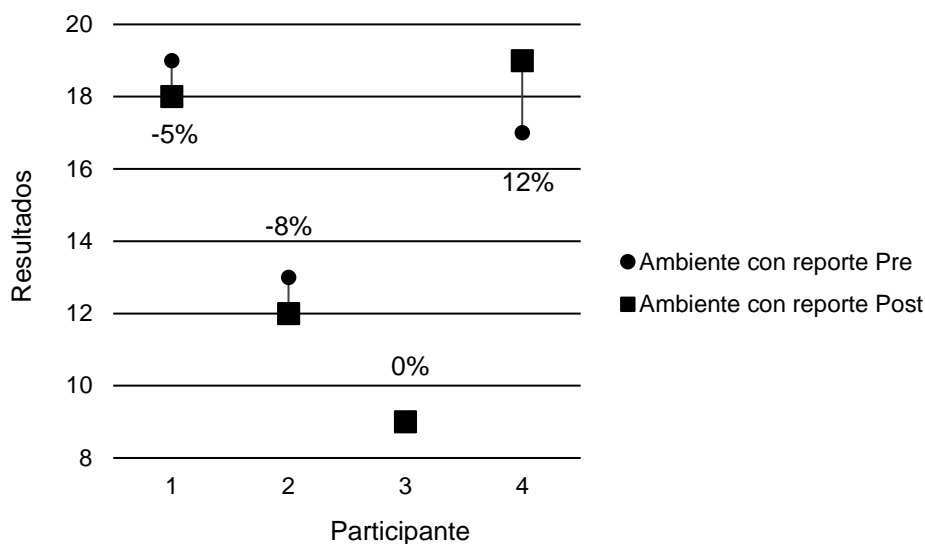


Figura 24. Resultados obtenidos en la dimensión de ambiente de la prueba WHOQoL-BREF de calidad de vida para la fase de preentrenamiento y postentrenamiento en el grupo de participantes que reportaron quejas subjetivas de memoria

Se muestra el porcentaje de cambio en cada participante, los cuales se obtuvieron con el programa Excel 365. La prueba WHOQoL-BREF de calidad de vida está compuesta por 4 dimensiones evaluadas por puntuaciones directas: salud física, aspectos psicológicos, relaciones sociales y ambiente. La puntuación mínima obtenida en la fase de preentrenamiento (Ambiente con reporte Pre) fue de 9, la máxima de 19, la media fue de 14.50 con una desviación estándar de 4.43, mientras que para la fase de postentrenamiento (Ambiente con reporte Post) la puntuación mínima fue de 9 y la máxima de 19, se obtuvo una media de 14.50 con una desviación estándar de 4.43. En la prueba WHOQoL-BREF de calidad de vida, la calificación mínima que se puede obtener es de 4 y la máxima de 20 puntos, esto significa que, a menor puntuación, menor calidad de vida; a mayor puntuación, mayor calidad de vida (López, González y Tejada, 2016).

Para conocer si existen diferencias significativas en los resultados de las pruebas aplicadas en el preentrenamiento y postentrenamiento del grupo de personas que reportaron quejas subjetivas de memoria, se utilizó la prueba t de Wilcoxon, se decidió utilizar dicho estadístico no paramétrico principalmente por el tamaño de la muestra, a continuación, se presentan los resultados de la prueba.

Tabla 12.

Resultados del preentrenamiento vs postentrenamiento en el grupo de personas que reportaron quejas subjetivas de memoria

	Z	P	¿Hubo diferencia significativa?
MoCA Preentrenamiento vs MoCA Postentrenamiento	-1.089b	0.276	No
IMT Preentrenamiento vs IMT Postentrenamiento	-0.730b	0.465	No
Retención de dígitos Preentrenamiento vs Retención de dígitos Postentrenamiento	-1.069b	0.285	No
Aritmética Preentrenamiento vs Aritmética Postentrenamiento	-1.841b	0.066	No
Números y letras Preentrenamiento vs Números y letras Postentrenamiento	-1.300b	0.194	No
BDI-2 Preentrenamiento vs BDI-2 Postentrenamiento	-1.461c	0.144	No
Calidad de vida Preentrenamiento vs Calidad de vida Postentrenamiento	0.000d	1.000	No
Salud física Preentrenamiento vs Salud física Postentrenamiento	-0.184b	0.518	No
Aspectos psicológicos Preentrenamiento vs Aspectos psicológicos Postentrenamiento	-0.368c	0.713	No
Relaciones sociales Preentrenamiento vs Relaciones sociales Postentrenamiento	-0.816b	0.414	No
Ambiente Preentrenamiento vs Ambiente Postentrenamiento	0.000d	1.000	No

Nota. La letra “b” se refiere a rangos negativos, “c” a rangos positivos y “d” es la suma de rangos negativos, la cual es igual a la suma de rangos positivos, todos estos rangos son parte de la prueba t de Wilcoxon, el nivel de significancia utilizada es de $p < 0.05$.

En las siguientes figuras se presentan los resultados obtenidos en la fase de preentrenamiento y postentrenamiento en el grupo de personas que no reportaron quejas subjetivas en memoria, también se muestra el porcentaje de cambio, puntuación mínima,

puntuación máxima, media, desviación estándar y datos normativos de las pruebas (ver pie de cada figura).

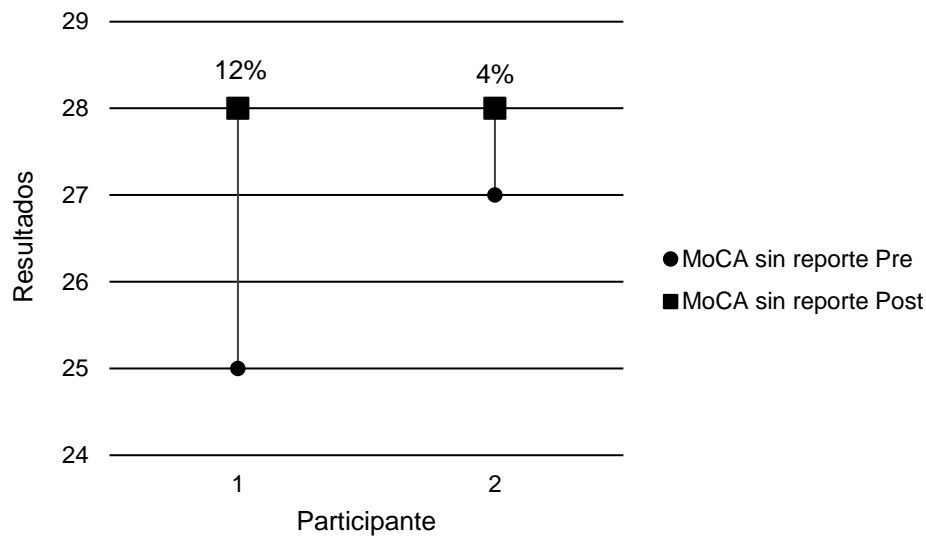


Figura 25. Resultados obtenidos de la prueba MoCA para la fase de preentrenamiento y postentrenamiento en el grupo de participantes que no reportaron quejas subjetivas de memoria

En esta figura se presentan los resultados de los participantes que no reportaron quejas subjetivas de memoria. Se muestra el porcentaje de cambio en cada participante, los cuales se obtuvieron con el programa Excel 365. La puntuación mínima obtenida en la fase de preentrenamiento (MoCA sin reporte Pre) fue de 25, la máxima de 27, la media fue de 26 con una desviación estándar de 1.41, mientras que para la fase de postentrenamiento (MoCA sin reporte Post) la puntuación mínima fue de 28 y la máxima de 28, se obtuvo una media de 28 con una desviación estándar de 0. Una puntuación entre 26 y 30 puntos significa que la persona no tiene deterioro cognitivo, mientras que las puntuaciones menores a 26 implican un deterioro cognitivo leve (Nasreddine et al., 2005).

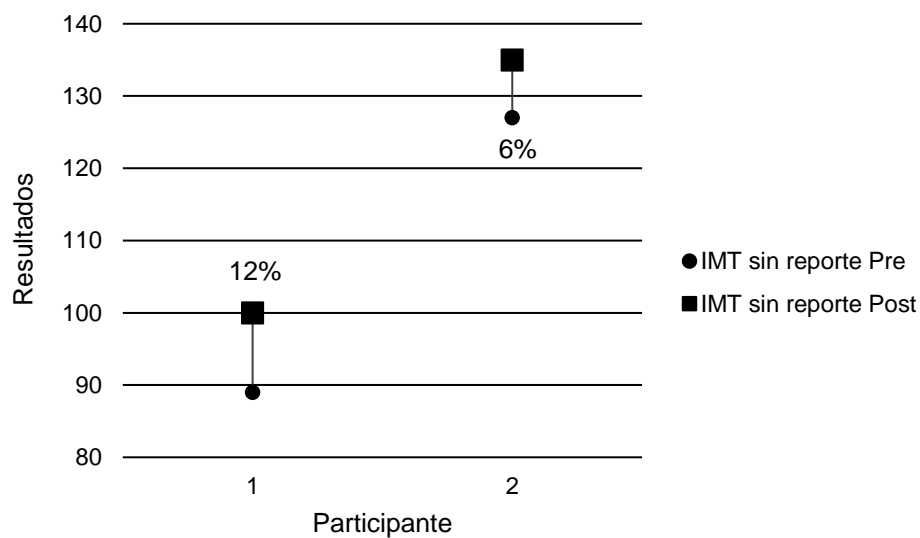


Figura 26. Resultados obtenidos en el índice de memoria de trabajo IMT para la fase de preentrenamiento y postentrenamiento en el grupo de participantes que no reportaron quejas subjetivas de memoria

En esta figura se presentan los resultados de los participantes que no reportaron quejas subjetivas de memoria. Se muestra el porcentaje de cambio en cada participante, los cuales se obtuvieron con el programa Excel 365. La puntuación mínima obtenida en la fase de preentrenamiento (IMT sin reporte Pre) fue de 89, la máxima de 127, la media fue de 108 con una desviación estándar de 26.87, mientras que para la fase de postentrenamiento (IMT sin reporte Post) la puntuación mínima fue de 100 y la máxima de 135, se obtuvo una media de 117.5 con una desviación estándar de 24.74. Una puntuación entre 70 y 79 significa límite, de 80 a 89 se considera promedio bajo, de 90 a 109 promedio, 110 a 119 promedio alto y de 120 a 129 se considera superior (Abdelhamid et al., 2021).

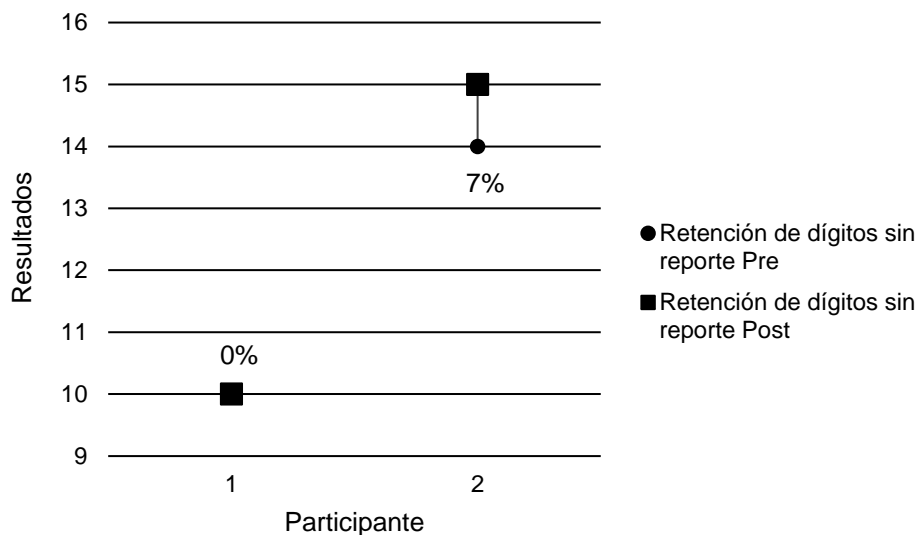


Figura 27. Puntuaciones escalares obtenidas en la subprueba de retención de dígitos perteneciente al índice de memoria de trabajo IMT para la fase de preentrenamiento y postentrenamiento en el grupo de participantes que no reportaron quejas subjetivas de memoria

En esta figura se presentan los resultados de los participantes que no reportaron quejas subjetivas de memoria. Se muestra el porcentaje de cambio en cada participante, los cuales se obtuvieron con el programa Excel 365. La puntuación mínima obtenida en la fase de preentrenamiento (Retención de dígitos sin reporte Pre) fue de 10, la máxima de 14, la media fue de 12 con una desviación estándar de 2.82, mientras que para la fase de postentrenamiento (Retención de dígitos sin reporte Post) la puntuación mínima fue de 10 y la máxima de 15, se obtuvo una media de 12.50 con una desviación estándar de 3.53. Una puntuación entre 3 a 6 significa que la persona se encuentra dentro de un nivel bajo, entre 7 y 13 se considera promedio, de 14 a 16 promedio alto y una puntuación mayor a 17 se considera superior (Abdelhamid et al., 2021).

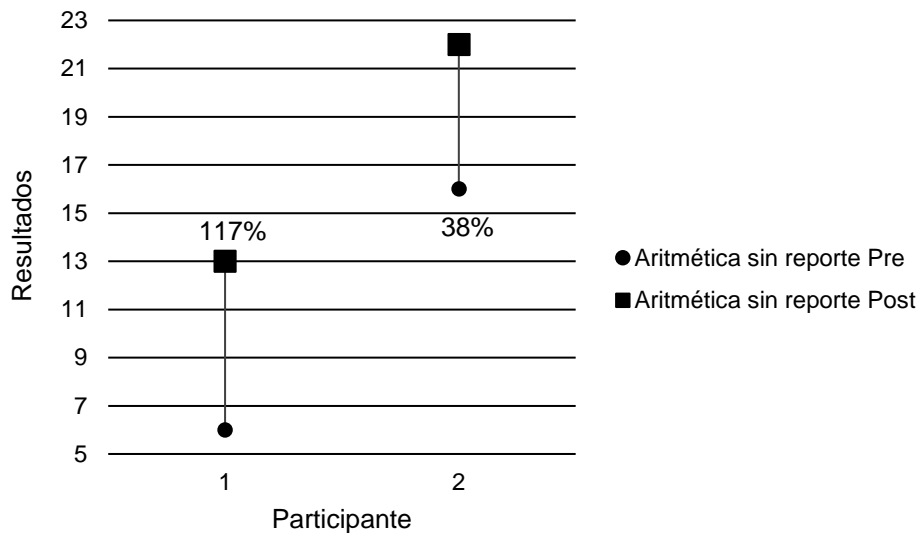


Figura 28. Puntuaciones escalares obtenidas en la subprueba de aritmética perteneciente al índice de memoria de trabajo IMT para la fase de preentrenamiento y postentrenamiento en el grupo de participantes que no reportaron quejas subjetivas de memoria

En esta figura se presentan los resultados de los participantes que no reportaron quejas subjetivas de memoria, se muestra el porcentaje de cambio en cada participante, los cuales se obtuvieron con el programa Excel 365. La puntuación mínima obtenida en la fase de preentrenamiento (Aritmética sin reporte Pre) fue de 6, la máxima de 16, la media fue de 11 con una desviación estándar de 7.07, mientras que para la fase de postentrenamiento (Aritmética sin reporte Post) la puntuación mínima fue de 13 y la máxima de 22, se obtuvo una media de 17.50 con una desviación estándar de 6.36. Una puntuación entre 3 a 6 significa que la persona se encuentra dentro de un nivel bajo, entre 7 y 13 se considera promedio, de 14 a 16 promedio alto y una puntuación mayor a 17 se considera superior (Abdelhamid et al., 2021).

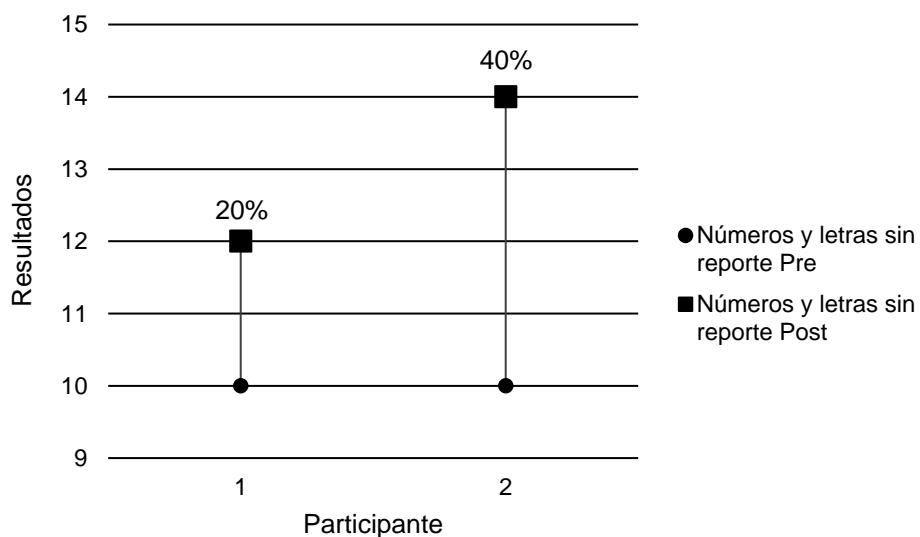


Figura 29. Puntuaciones escalares obtenidas en la subprueba de números y letras perteneciente al índice de memoria de trabajo IMT para la fase de preentrenamiento y postentrenamiento en el grupo de participantes que no reportaron quejas subjetivas de memoria

En esta figura se presentan los resultados de los participantes que no reportaron quejas subjetivas de memoria, se muestra el porcentaje de cambio en cada participante, los cuales se obtuvieron con el programa Excel 365. La puntuación mínima obtenida en la fase de preentrenamiento (Números y letras sin reporte Pre) fue de 10, la máxima de 10, la media fue de 10 con una desviación estándar de 0, mientras que para la fase de postentrenamiento (Números y letras sin reporte Post) la puntuación mínima fue de 12 y la máxima de 14, se obtuvo una media de 13 con una desviación estándar de 1.41. Una puntuación entre 3 a 6 significa que la persona se encuentra dentro de un nivel bajo, entre 7 y 13 se considera promedio, de 14 a 16 promedio alto y una puntuación mayor a 17 se considera superior (Abdelhamid et al., 2021).

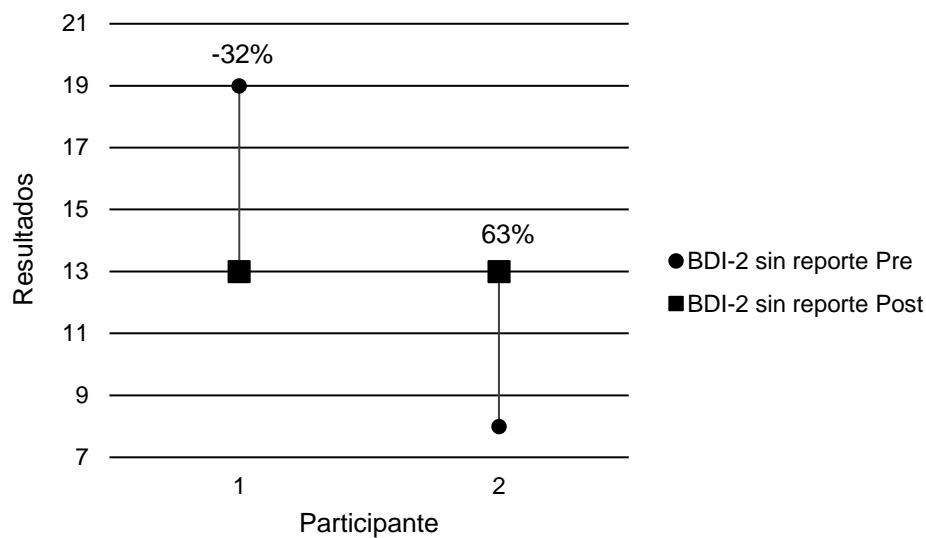


Figura 30. Resultados obtenidos en el inventario de depresión de Beck BDI-2 para la fase de preentrenamiento y postentrenamiento en el grupo de participantes que no reportaron quejas subjetivas de memoria

En esta figura se presentan los resultados de los participantes que no reportaron quejas subjetivas de memoria, se muestra el porcentaje de cambio en cada participante, los cuales se obtuvieron con el programa Excel 365. La puntuación mínima obtenida en la fase de preentrenamiento (BDI-2 sin reporte Pre) fue de 8, la máxima de 19, la media fue de 13.50 con una desviación estándar de 7.77, mientras que para la fase de postentrenamiento (BDI-2 sin reporte Post) la puntuación mínima fue de 13 y la máxima de 13, se obtuvo una media de 13 con una desviación estándar de 0. Una puntuación entre 1 y 10 se considera normal, de 11 a 16 como una leve perturbación del estado de ánimo y de 17 a 20 como estados de depresión intermitentes (Nardone et al., 2021).

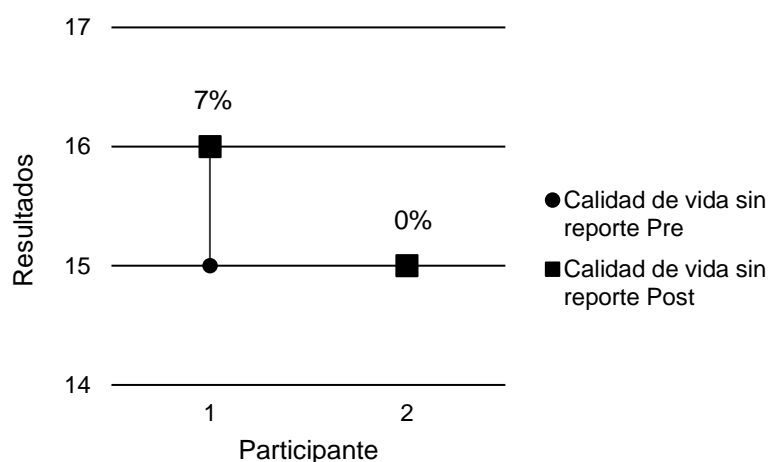


Figura 31. Resultados obtenidos en la prueba WHOQoL-BREF de calidad de vida para la fase de preentrenamiento y postentrenamiento en el grupo de participantes que no reportaron quejas subjetivas de memoria

En esta figura se presentan los resultados de los participantes que no reportaron quejas subjetivas de memoria, se muestra el porcentaje de cambio en cada participante, los cuales se obtuvieron con el programa Excel 365. La prueba WHOQoL-BREF evalúa el nivel de calidad de vida a través de puntuaciones directas. La puntuación mínima obtenida en la fase de preentrenamiento (Calidad de vida sin reporte Pre) fue de 15, la máxima de 15, la media fue de 15 con una desviación estándar de 0, mientras que para la fase de postentrenamiento (Calidad de vida sin reporte Post) la puntuación mínima fue de 15 y la máxima de 16, se obtuvo una media de 15.50 con una desviación estándar de 0.70. En la prueba WHOQoL-BREF, la calificación mínima que se puede obtener es de 4 y la máxima de 20 puntos, esto significa que, a menor puntuación, menor calidad de vida; a mayor puntuación, mayor calidad de vida (López, González y Tejada, 2016).

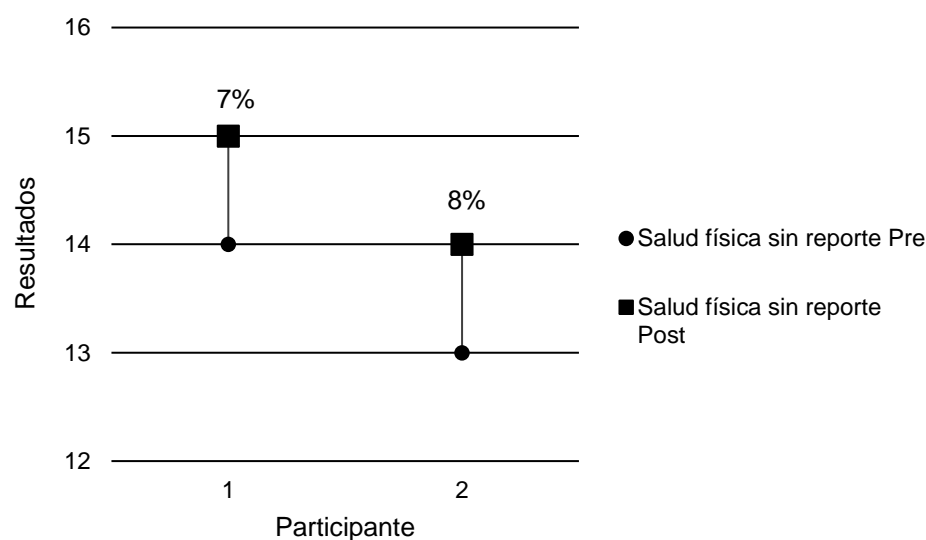


Figura 32. Resultados obtenidos en la dimensión de salud física de la prueba WHOQoL-BREF de calidad de vida para la fase de preentrenamiento y postentrenamiento en el grupo de participantes que no reportaron quejas subjetivas de memoria

Se muestra el porcentaje de cambio en cada participante, los cuales se obtuvieron con el programa Excel 365. La prueba WHOQoL-BREF de calidad de vida está compuesta por 4 dimensiones evaluadas por puntuaciones directas: salud física, aspectos psicológicos, relaciones sociales y ambiente. La puntuación mínima obtenida en la fase de preentrenamiento (Salud física sin reporte Pre) fue de 13, la máxima de 14, la media fue de 13.50 con una desviación estándar de 0.70, mientras que para la fase de postentrenamiento (Salud física sin reporte Post) la puntuación mínima fue de 14 y la máxima de 15, se obtuvo una media de 14.50 con una desviación estándar de 0.70. En la prueba WHOQoL-BREF de calidad de vida, la calificación mínima que se puede obtener es de 4 y la máxima de 20 puntos, esto significa que, a menor puntuación, menor calidad de vida; a mayor puntuación, mayor calidad de vida (López, González y Tejada, 2016).

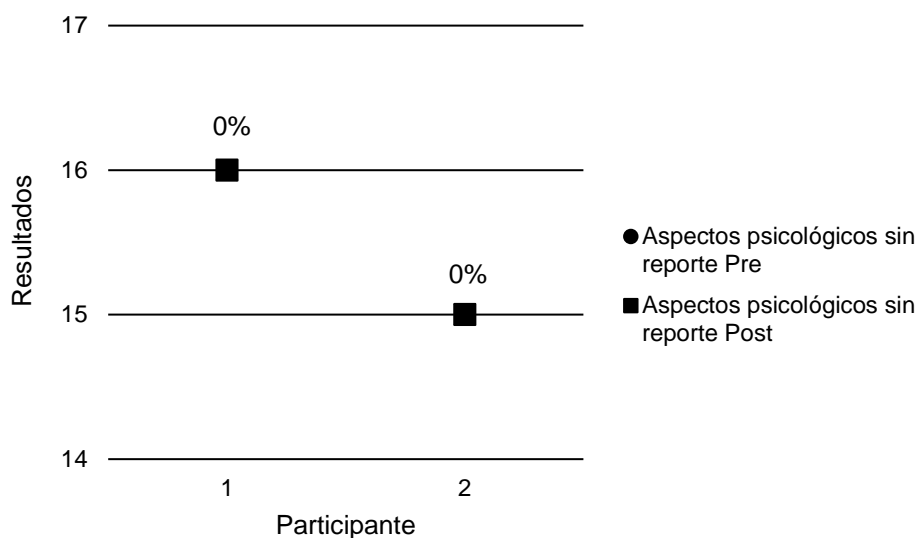


Figura 33. Resultados obtenidos en la dimensión de aspectos psicológicos de la prueba WHOQoL-BREF de calidad de vida para la fase de preentrenamiento y postentrenamiento en el grupo de participantes que no reportaron quejas subjetivas de memoria

Se muestra el porcentaje de cambio en cada participante, los cuales se obtuvieron con el programa Excel 365. La prueba WHOQoL-BREF de calidad de vida está compuesta por 4 dimensiones evaluadas por puntuaciones directas: salud física, aspectos psicológicos, relaciones sociales y ambiente. La puntuación mínima obtenida en la fase de preentrenamiento (Aspectos psicológicos sin reporte Pre) fue de 15, la máxima de 16, la media fue de 15.50 con una desviación estándar de 0.70, mientras que para la fase de postentrenamiento (Aspectos psicológicos sin reporte Post) la puntuación mínima fue de 15 y la máxima de 16, se obtuvo una media de 15.50 con una desviación estándar de 0.70. En la prueba WHOQoL-BREF de calidad de vida, la calificación mínima que se puede obtener es de 4 y la máxima de 20 puntos, esto significa que, a menor puntuación, menor calidad de vida; a mayor puntuación, mayor calidad de vida (López, González y Tejada, 2016).

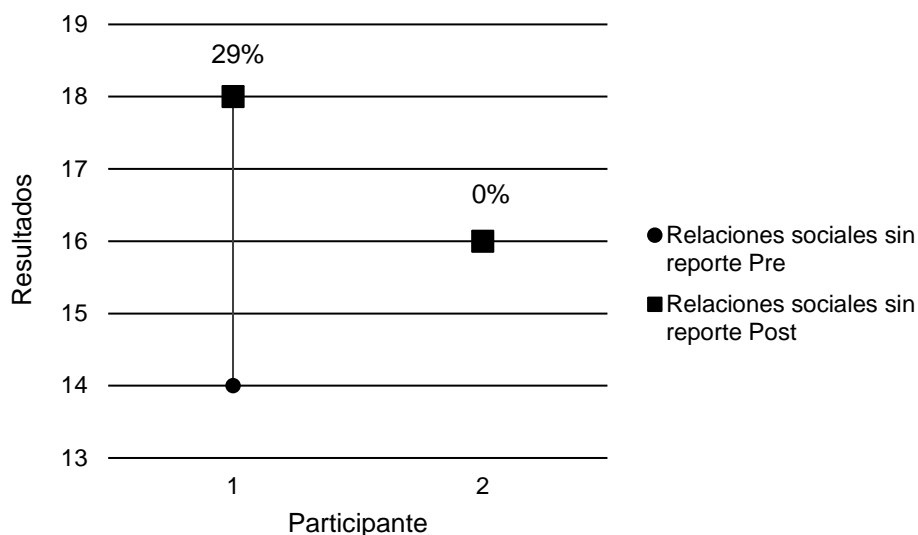


Figura 34. Resultados obtenidos en la dimensión de relaciones sociales de la prueba WHOQoL-BREF de calidad de vida para la fase de preentrenamiento y postentrenamiento en el grupo de participantes que no reportaron quejas subjetivas de memoria

Se muestra el porcentaje de cambio en cada participante, los cuales se obtuvieron con el programa Excel 365. La prueba WHOQoL-BREF de calidad de vida está compuesta por 4 dimensiones evaluadas por puntuaciones directas: salud física, aspectos psicológicos, relaciones sociales y ambiente. La puntuación mínima obtenida en la fase de preentrenamiento (Relaciones sociales sin reporte Pre) fue de 14, la máxima de 16, la media fue de 15 con una desviación estándar de 1.41, mientras que para la fase de postentrenamiento (Relaciones sociales sin reporte Post) la puntuación mínima fue de 16 y la máxima de 18, se obtuvo una media de 17 con una desviación estándar de 1.41. En la prueba WHOQoL-BREF de calidad de vida, la calificación mínima que se puede obtener es de 4 y la máxima de 20 puntos, esto significa que, a menor puntuación, menor calidad de vida; a mayor puntuación, mayor calidad de vida (López, González y Tejada, 2016).

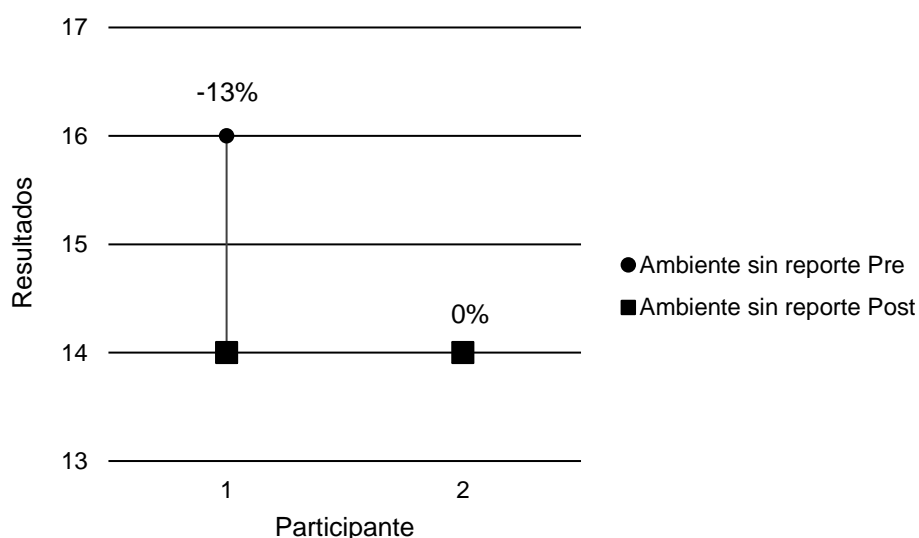


Figura 35. *Resultados obtenidos en la dimensión de ambiente de la prueba WHOQoL-BREF de calidad de vida para la fase de preentrenamiento y postentrenamiento en el grupo de participantes que no reportaron quejas subjetivas de memoria*

Se muestra el porcentaje de cambio en cada participante, los cuales se obtuvieron con el programa Excel 365. La prueba WHOQoL-BREF de calidad de vida está compuesta por 4 dimensiones evaluadas por puntuaciones directas: salud física, aspectos psicológicos, relaciones sociales y ambiente. La puntuación mínima obtenida en la fase de preentrenamiento (Ambiente sin reporte Pre) fue de 14, la máxima de 16, la media fue de 15 con una desviación estándar de 1.41, mientras que para la fase de postentrenamiento (Ambiente sin reporte Post) la puntuación mínima fue de 14 y la máxima de 14, se obtuvo una media de 14 con una desviación estándar de 0. En la prueba WHOQoL-BREF de calidad de vida, la calificación mínima que se puede obtener es de 4 y la máxima de 20 puntos, esto significa que, a menor puntuación, menor calidad de vida; a mayor puntuación, mayor calidad de vida (López, González y Tejada, 2016).

Para conocer si existen diferencias significativas en los resultados de las pruebas aplicadas en el preentrenamiento y postentrenamiento del grupo de personas que reportaron quejas subjetivas de memoria, se utilizó la prueba t de Wilcoxon, se decidió utilizar dicho estadístico no paramétrico principalmente por el tamaño de la muestra, a continuación, se presentan los resultados de la prueba.

Tabla 13.

Resultados del preentrenamiento vs postentrenamiento en el grupo de personas que no reportaron quejas subjetivas de memoria

	Z	P	¿Hubo diferencia significativa?
MoCA Preentrenamiento vs MoCA Postentrenamiento	-1.342b	0.180	No
IMT Preentrenamiento vs IMT Postentrenamiento	-1.342b	0.180	No
Retención de dígitos Preentrenamiento vs Retención de dígitos Postentrenamiento	-1.000b	0.317	No
Aritmética Preentrenamiento vs Aritmética Postentrenamiento	-1.342b	0.180	No
Números y letras Preentrenamiento vs Números y letras Postentrenamiento	-1.342b	0.180	No
BDI-2 Preentrenamiento vs BDI-2 Postentrenamiento	-0.447c	0.655	No
Calidad de vida Preentrenamiento vs Calidad de vida Postentrenamiento	-1.000b	0.317	No
Salud física Preentrenamiento vs Salud física Postentrenamiento	-1.414b	0.157	No
Aspectos psicológicos Preentrenamiento vs Aspectos psicológicos Postentrenamiento	0.000d	1.000	No
Relaciones sociales Preentrenamiento vs Relaciones sociales Postentrenamiento	-1.000b	0.317	No
Ambiente Preentrenamiento vs Ambiente Postentrenamiento	-1.000c	0.317	No

Nota. La letra “b” se refiere a rangos negativos, “c” a rangos positivos y “d” es la suma de rangos negativos, la cual es igual a la suma de rangos positivos, todos estos rangos son parte de la prueba t de Wilcoxon, el nivel de significancia utilizada es de $p < 0.05$.

En resumen, al comparar los resultados obtenidos en la fase de preentrenamiento y postentrenamiento de todos los participantes, solo se encontraron diferencias significativas en la subprueba de aritmética perteneciente al índice de memoria de trabajo IMT. Al analizar por separado al grupo de personas que reportaban quejas subjetivas de memoria y al grupo de

personas que no reportaban quejas subjetivas de memoria, no se encontraron diferencias significativas.

Discusión

Es importante recordar que este estudio se realizó bajo el enfoque mixto través de un diseño de triangulación concurrente (DITRIAC), puesto que, es el que mejor se adaptó a las características y necesidades de esta investigación, una de esas necesidades fue que no se contó con una adaptación digital de las pruebas, solo se emplearon los procedimientos sugeridos por MoCA COGNITION (2021) para su aplicación en línea a través de la plataforma Zoom. A continuación, se presenta la discusión de resultados, tomando en cuenta los datos cuantitativos y cualitativos obtenidos.

El objetivo general de este estudio fue evaluar el estado cognitivo, los niveles de depresión y de calidad de vida antes y después de utilizar un entrenamiento de estimulación cognitiva en una muestra de personas recuperadas de COVID-19 que reportaron quejas subjetivas en memoria y en aquellas que no. En la fase de preentrenamiento se puede visualizar que, la media de los resultados obtenidos en la prueba MoCA, IMT y sus correspondientes subpruebas no reflejaron algún deterioro cognitivo, pero al analizar cada caso, hubo participantes con puntuaciones referentes a un deterioro cognitivo leve o por debajo de la normalidad a pesar de su nivel de escolaridad (tabla 2, figura 3, 4, 5, 6 y 7), lo cual coincide con las quejas subjetivas que proporcionaron los pacientes en la entrevista semiestructurada (tabla 8).

La literatura sugiere que esto se puede atribuir al neurotropismo y la capacidad directa del virus SARS-CoV-2 para entrar en neuronas y células gliales a través de la interacción de la proteína Spike con la enzima ACE2, la cual se expresa en el cerebro generando respuestas inflamatorias ante la COVID-19, pero las alteraciones cognitivas también se pueden derivar de

afectaciones neurológicas e insuficiencia respiratoria derivadas de la enfermedad, principalmente en pacientes graves, ya que se han encontrado anomalías cerebrales parenquimatosas, microhemorragias y macrohemorragias subcorticales, edema córtico-subcortical, cambios inespecíficos de la sustancia blanca y bulbos olfativos asimétricos en estudios post-mortem (Estrada et al., 2023; de Erausquin et al., 2021; Lyra E Silva et al., 2022).

La media obtenida en la fase de preentrenamiento para el inventario de depresión de Beck (figura 8), arrojó afectaciones en este dominio, lo cual era de esperarse porque las personas recuperadas de COVID-19 pueden presentar síntomas depresivos, los cuales suelen aparecer dos o tres meses después de la aparición de la enfermedad y pueden durar meses (Czysz et al., 2021), los resultados obtenidos en las pruebas mencionadas, coinciden con las respuestas que brindaron los participantes en la pregunta “De forma general, ¿Cómo se ha sentido después de la enfermedad?” de la tabla 8.

Si bien, en este estudio no se midieron los niveles de ansiedad de los participantes, es importante recordar que gran parte de esta investigación se realizó durante el año 2021, un período en el cual los niveles de ansiedad y depresión de la población mexicana se habían incrementado por el confinamiento de ese entonces, la literatura sugiere que estos pueden afectar el rendimiento cognitivo de una persona (Whiteside et al., 2022; López y Granados, 2021; Robinson et al., 2013; Kwak et al., 2016). Los resultados obtenidos (media), de la fase de preentrenamiento en la prueba de calidad de vida y sus respectivas dimensiones (figura 9, 10, 11, 12 y 13), fueron estables, dado que las puntuaciones se acercan al puntaje máximo, pero hubo participantes con puntuaciones más bajas, lo cual se puede relacionar con las respuestas que brindaron en la tabla 8.

Para la fase de postentrenamiento se mantuvo una media correspondiente a la normalidad en las pruebas MoCA, IMT y sus respectivas subpruebas (figura 3, 4, 5, 6 y 7), pero la media obtenida en el inventario de depresión de Beck disminuyó a 10.50, lo que

corresponde a un nivel normal (figura 8). Para la prueba de calidad de vida y en sus respectivas dimensiones, se obtuvieron medias similares a las obtenidas en el preentrenamiento (figura 9, 10, 11 y 12), aunque, en la dimensión de relaciones sociales se obtuvo una media superior que en el preentrenamiento (figura 13). A pesar de que se detectaron mejoras en las puntuaciones de las pruebas aplicadas en el postentrenamiento, estas solo fueron estadísticamente significativas en los resultados de la subprueba de aritmética, correspondiente al índice de memoria de trabajo IMT (tabla 11).

Uno de los objetivos específicos de este estudio, fue analizar de forma grupal las puntuaciones obtenidas en las fases de preentrenamiento y postentrenamiento, de las personas que reportaron quejas subjetivas en memoria y en aquellas que no las reportaron.

Curiosamente en la fase de preentrenamiento, se observa que hay participantes que, a pesar de que reportaron quejas subjetivas de memoria (tabla 8), en los resultados de las pruebas de rendimiento cognitivo no se vieron reflejadas dichas quejas (figura 14, 15, 16, 17 y 18), esto se puede derivar de uno de los efectos del síndrome post COVID-19 conocido como “niebla mental”, ya que es una sensación que han reportado los pacientes recuperados, referente a las dificultades de concentración, memoria y función ejecutiva (Estrada et al., 2023). En el grupo de participantes que no reportaron quejas subjetivas en memoria, se obtuvo una media (preentrenamiento) dentro del promedio para las pruebas de rendimiento cognitivo (figura 25, 26, 27, 28 y 29), pero hubo un participante que obtuvo puntuaciones por debajo de la normalidad en la prueba MoCA (figura 25) y en la subprueba de Aritmética (figura 28).

Por otro lado, en los resultados del inventario de depresión de Beck, para la fase de preentrenamiento, se obtuvo una media correspondiente a una “leve perturbación del estado de ánimo” en ambos grupos (figura 19 y 30). En los grupos se obtuvieron puntuaciones similares en la prueba de calidad de vida y en sus respectivas dimensiones (preentrenamiento) ya que se obtuvo una media cercana a la puntuación máxima (figura 20, 21, 22, 23, 24, 31, 32, 33, 34 y 35).

De forma general, al comparar los resultados del preentrenamiento con los del postentrenamiento, se encontraron mejoras en los resultados, pero, no fueron estadísticamente significativas dentro de cada grupo, aunque, se debe resaltar que en el grupo de participantes que reportaron quejas subjetivas de memoria, obtuvieron una mejora en el inventario de depresión de Beck (postentrenamiento), ya que se obtuvo una media de 9.25, correspondiente a un estado normal (figura 19).

Los resultados obtenidos en el rendimiento cognitivo de todos los participantes para la fase de preentrenamiento coinciden con las alteraciones reportadas en los estudios de Hampshire (2021) y Miskowiak (2021). Para esta investigación, se podría pensar que los efectos cognitivos del preentrenamiento se derivan por el contagio en sí, pero los datos cualitativos recabados sugieren que hay otras variables a considerar.

Una de esas variables es el tipo de COVID-19 que se presentó. En la tabla 5 se reportaron los síntomas de cada participante, es interesante observar que estos coinciden con algunos síntomas que se deberían presentar según la guía clínica para el tratamiento de la COVID-19 en México (Gobierno de México, 2021). Al ser un reporte subjetivo, abre la posibilidad que el tipo de gravedad reportada no haya sido la que realmente se presentó.

La duración de la enfermedad también es una variable para considerar, ya que en la tabla 6 se observó que el tiempo era diferente en cada participante y esto puede implicar una diferente afectación neuronal en cada individuo. En este estudio participaron personas de diferentes edades, la edad promedio fue de 45.50 años (tabla 3), la mayoría de los participantes tenían una edad entre 46 y 56 años, mientras que solo una persona tenía 28 años (tabla 2), este hecho también es de importancia, porque el estado neuronal de las personas va cambiando con el paso del tiempo (Damoiseaux, 2017).

Ahora bien, es importante tomar en cuenta la ocupación de cada participante, en la tabla 4 se puede observar la ocupación actual y anterior a la COVID-19 (pandemia) de cada participante, al analizar cada caso, se observa que en la mayoría se mantiene la misma

ocupación, es posible que los resultados cognitivos que se obtuvieron en la fase de preentrenamiento, también se puedan atribuir por ello, dado que los participantes han tenido una determinada estimulación cognitiva previa, por las actividades que realizan dentro de sus ocupaciones. Incluso, es posible que haya surgido una cierta afectación en los niveles de depresión y de calidad de vida en aquellas personas que cambiaron de ocupación a raíz de la pandemia.

En este estudio se encontraron mejoras en los resultados de todas las pruebas para la fase de postentrenamiento, es posible que estas se deban al uso de NeuroNation tal y cómo se deriva de las aportaciones de Zhang (2019) puesto que, la estimulación cognitiva a través de dispositivos digitales son herramientas que han permitido mantener y mejorar la función cognitiva en adultos mayores sanos, en personas con deterioro cognitivo leve y en adultos sin deterioro cognitivo; NeuroNation es una actividad que puede tener aportaciones en la reestructuración de conexiones neuronales a corto y largo plazo, con el objetivo de optimizar la función de estas (Strobach y Huestegge, 2017; Keci et al., 2019; Doddoli, 2022; Duffau, 2006).

A pesar de que no hubo una diferencia significativa entre el promedio obtenido de la fase de preentrenamiento con la de postentrenamiento para el inventario de depresión de Beck, vale la pena mencionar que, en esta última fase, la media estuvo dentro de una puntuación considerada “normal” y no como “leve perturbación del estado de ánimo” por la media obtenida en la fase de preentrenamiento (figura 8); es posible que estas mejoras se hayan derivado por el uso de NeuroNation, pero también puede influir el tiempo transcurrido desde la recuperación de la enfermedad, tal y como lo sugiere Czysz y sus colaboradores (2021).

NeuroNation está diseñado para mejorar la memoria y otras funciones cognitivas, pero para este estudio sería un error atribuir que las mejoras solamente se derivaron del entrenamiento. El estudio hecho por Whiteside y sus colaboradores (2022) demostró que al

paso de 6 meses de la recuperación de COVID-19, las personas evaluadas no presentaron algún deterioro cognitivo; lo que coincide en el estudio de Diana (2023) en el que se demostró que con el paso del tiempo las personas tenían mejoras en su rendimiento cognitivo.

Ahora bien, las expectativas que tenían los participantes sobre este estudio (tabla 10), también pudo generar una cierta motivación que pudo influir en los resultados, la mayoría de las personas estaban interesadas en mejorar su condición cognitiva y en conocer qué afectaciones cognitivas tuvieron por la COVID-19. La vacunación también tuvo un papel importante, como se ha mencionado, este estudio se realizó a lo largo del año 2021, año de la vacunación en México, en la tabla 7 se puede observar que la mayoría de los participantes ya estaban completamente vacunados, solo dos participantes no habían sido vacunados.

Es importante resaltar que la aplicación de vacunas en México se realizó de forma escalonada, iniciando con el personal de salud y adultos mayores, conforme iba avanzando este estudio, la población mexicana iba siendo vacunada al mismo tiempo, esto pudo generar una mejora en el estado cognitivo y emocional de los participantes por la etapa de vacunación en México y sus efectos en la población.

Además de ello, es posible que también se encontraran mejoras cognitivas, por el estilo de vida que llevaban los participantes, en la tabla 9 se puede observar que la mayoría de los participantes realizaban tres comidas diarias, hubo participantes que realizaban actividades físicas y la mayoría dormía entre seis y ocho horas al día, la literatura sugiere que llevar un estilo de vida que conlleve la realización de actividades físicas, de tener una alimentación saludable y dormir una cantidad de horas apropiada, puede mejorar el rendimiento cognitivo de las personas (Mikkelsen et al., 2017; Martínez et al., 2018; Dzierzewski et al., 2018).

Algo importante a considerar en esta investigación son las variantes del virus SARS-CoV-2 ya que existe la posibilidad de que hayan influido en el rendimiento cognitivo de las personas, dado que las variantes mencionadas en la página 12 se caracterizan principalmente

por tener una mayor capacidad de transmisión de una persona a otra, de resistir los tratamientos de la enfermedad (variante beta) y de tener el potencial para generar un nivel de gravedad considerable. Además, los participantes de este estudio se localizaban (tabla 2) dentro de los dos estados del país con el mayor número de casos y variantes acumuladas (Gobierno de México, 2021).

Los resultados de esta investigación sugieren realizar nuevos estudios que puedan dar respuesta a múltiples preguntas que surgen a partir de los datos encontrados, como, por ejemplo ¿Qué ocurre con las personas que tuvieron un nivel grave o asintomático de la enfermedad?, ¿Las quejas subjetivas en memoria se pueden atribuir al contexto de ese entonces?, ¿Las personas recuperadas, seguirán presentando quejas subjetivas de memoria?, ¿Qué efectos cognitivos puede generar NeuroNation si se utiliza constantemente?, ¿Cómo es el estado cognitivo de las personas que tuvieron más de un contagio?, ¿Se presentarán efectos cognitivos en contagios posteriores a la vacunación?, ¿Las afectaciones cognitivas dependen del estilo de vida de cada persona?, ¿Existen diferencias en el rendimiento cognitivo de las personas que reportaron quejas subjetivas de memoria con aquellas que no?.

Los datos obtenidos en esta investigación, sugieren estudiar los efectos cognitivos tras el tiempo transcurrido desde la recuperación del contagio por COVID-19, durante la entrevista semiestructurada se detectó que de los 6 participantes incluidos en este estudio, 2 de ellos se infectaron en julio y en septiembre de 2020, mientras que los 5 restantes tuvieron su contagio en enero, febrero y abril de 2021 (tabla 6) por lo cual, tomando en cuenta lo que mencionó Lozano en 2021, es posible que los participantes hayan tenido cierto grado de recuperación al participar en el estudio. También se recomienda investigar los efectos de cada una de las variantes que fueron de preocupación y estudiar las actuales, además de recabar más información para poder determinar el tipo de COVID-19 que realmente se presentó en cada persona.

En esta tesis se reportaron casos leves y moderados de la enfermedad, además de que se tuvo una media de edad de 45.50 años (tabla 3 y 5), ante ello es recomendable realizar investigaciones para descubrir y estudiar los efectos cognitivos en personas que presentaron un nivel asintomático o grave de la enfermedad, estudiar a aquellos individuos que presentaron más de un contagio, comparar el desempeño de las personas según la edad, utilizar instrumentos que midan la actividad neuronal, conocer si surgen afectaciones cognitivas al contagiarse a pesar de que una persona esté vacunada, comparar el desempeño de las personas que no se infectaron con aquellas que sí, además de diseñar futuros estudios en donde se puedan medir los niveles de ansiedad, depresión y calidad de vida de las personas y así mismo, conocer si estos afectan el rendimiento cognitivo de la persona tras el contagio.

A pesar de que ha sido declarado que la enfermedad COVID-19 ya no es una emergencia de salud pública de importancia internacional, esto no significa que se haya terminado la pandemia, puesto que la COVID-19 sigue siendo una amenaza activa a nivel mundial, el virus no se ha estabilizado en un patrón predecible (Organización Panamericana de la Salud OPS, 2023). Recientemente, un estudio hecho en Italia por Invernizzi y su equipo de trabajo (2023) descubrieron que adultos jóvenes de 24 años que se habían infectado de manera leve por la COVID-19, presentaron cambios cerebrales estructurales, funcionales y cognitivos persistentes en áreas asociadas con el olfato y la cognición en comparación a un grupo control, estos cambios involucraron el volumen de materia gris y la conectividad en áreas corticales y subcorticales que en estudios previos se habían asociado con COVID-19 leve y grave.

La aplicación de pruebas en línea sobresalió durante la pandemia ya que fue una herramienta útil para disminuir el riesgo de adquirir un contagio, esto representaba una determinada validez ecológica por el contexto que se tenía en ese entonces, incluso la Sociedad Americana de Psicología (American Psychological Association APA, 2020) recomendó utilizar dichos procedimientos ante el distanciamiento social, siempre y cuando los

procedimientos de administración se realizaran de forma cuidadosa, reflexiva, deliberada y tomando en cuenta las limitaciones de cada prueba.

Las evaluaciones en línea existían desde antes de la pandemia, incluso diversas investigaciones han demostrado que no hay diferencias significativas entre la aplicación de pruebas neuropsicológicas en modo presencial y en línea (Cullum et al., 2006; Cullum et al., 2014; Grosch et al., 2015; Galusha-Glasscock et al., 2016; Harrell et al., 2014; Turner et al., 2012; Wadsworth et al., 2018).

Sin embargo, existe la posibilidad de que los resultados de este estudio hayan sido sesgados por los procedimientos de aplicación en línea, a pesar de que se tuvo el mayor control posible (página 46), no se puede asegurar si realmente los participantes tuvieron una privacidad apropiada, libre de interrupciones y/o del apoyo de una tercera persona que le brindara las respuestas durante las evaluaciones, incluso, es posible que los resultados de este estudio pudieron haberse visto sesgados por tener un efecto de aprendizaje ante la falta de control en las pruebas. En la tabla 2 se puede observar el tipo de vivienda de cada uno de los participantes, como se pudo observar, la mayoría de los participantes vivían en un departamento, además de vivir con más de una persona (tabla 4), estos datos pueden indicar que posiblemente, los participantes no tuvieron una privacidad apropiada durante el estudio.

Es importante resaltar que, durante las evaluaciones, los participantes y evaluadores llegaron a presentar fallas técnicas como problemas de internet o fallas eléctricas, en mi caso, tuve problemas con mi equipo de cómputo en un par de sesiones, este se llegaba a trabar y enlentecer, pero afortunadamente las sesiones quedaban grabadas, lo que permitía hacer un mayor análisis de la sesión, para poder calificar cada prueba de la manera más objetiva posible, por lo general, los participantes no mostraron alguna dificultad en el uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), pero se desconoce si realmente tenían dominio o no de las TIC, este es otro punto importante a considerar en futuros estudios.

Otra variable que considerar, fueron las capacitaciones de los evaluadores, si bien, estuvimos estudiando y practicando la aplicación de pruebas en línea, no contábamos con la experiencia de evaluadores que han trabajado en el medio por más tiempo, con esto no pretendo minimizar mi esfuerzo y el de los evaluadores, solo lo menciono en este escrito para poder tener un panorama completo de los resultados obtenidos en esta investigación.

Ante estos datos se sugiere que, para futuras investigaciones en línea se diseñen protocolos en los que se tenga un mayor control, con el fin de evitar posibles sesgos que influyan en los resultados que se obtengan, pero además de ello se recomienda realizar estudios presenciales y en línea bajo el enfoque mixto. Se sugiere hacer evaluaciones presenciales en donde además de aplicar las pruebas utilizadas en este estudio, también se puedan aplicar aquellas en las que se pueda profundizar el estado cognitivo de la persona, pues, las funciones cognitivas evaluadas en este estudio (en su mayoría memoria de trabajo) están estrechamente relacionadas con otros procesos cognoscitivos que requieren ser evaluados con mayor profundidad.

Se recomienda evaluar la actividad cerebral a través de un electroencefalograma EEG, además de hacer correlatos con análisis bioquímicos, esto con la intención de recopilar mayor evidencia para la población mexicana y otorgar un seguimiento a largo plazo, por el cual se pueda conocer si persiste alguna alteración cognitiva derivada del contagio.

Conclusión

Se encontraron diferencias significativas en la subprueba de aritmética, perteneciente al índice de memoria de trabajo. En promedio, los participantes tuvieron puntuaciones correspondientes a la normalidad en las pruebas cognitivas, los niveles de depresión disminuyeron en la fase de postentrenamiento y los niveles de calidad de vida se mantuvieron en un estado favorable. NeuroNation es una herramienta que puede aportar mejoras en memoria

de trabajo, y en el rendimiento cognitivo de las personas que presentaron afectaciones tras el contagio por COVID-19. Por otro lado, no se detectan diferencias significativas en el desempeño de las personas que reportan quejas subjetivas de memoria y en aquellas que no.

Con los resultados de este estudio se concluye que las alteraciones cognitivas en personas recuperadas de COVID-19 se asocian con la enfermedad en sí, pero no es la única causante de ello, es importante considerar el tiempo transcurrido desde la recuperación, la duración de la enfermedad, el tipo de COVID-19 que se presentó, la variante del virus SARS-CoV-2 por la que hubo el contagio, la edad, los niveles de ansiedad y/o depresión, el contexto, los hábitos de la persona, la metodología empleada para hacer evaluaciones en línea, los problemas técnicos que implican hacer evaluaciones en línea, la formación del evaluador (a).

Las investigaciones en las que se estudien los efectos cognitivos derivados por el contagio por COVID-19, independientemente de que sean estudios en línea o bajo la modalidad presencial, deben de considerar las áreas de oportunidad de esta investigación y deben realizarse preferentemente, bajo el enfoque mixto, a través de este se podrá recolectar información que será de ayuda para nuevas investigaciones.

Alcances y limitaciones

Este estudio tuvo un alcance comparativo, ya que fue capaz de describir aspectos de una muestra y así mismo compararlos en función a una variable, como lo fue el comparar el desempeño de los participantes antes y después de utilizar NeuroNation. La principal limitación de este estudio ha sido el número de personas que participaron en esta investigación, originalmente se esperaba trabajar con la muestra original de 46 participantes, una muestra de mayor tamaño podría generar una mayor validez externa. Otra limitación vista en este estudio fue la aplicación de pruebas en línea, dado que no se pudo tener un mayor control ante los

problemas técnicos o la intervención de posibles distractores externos, que podrían surgir durante las evaluaciones.

Derivado de la limitante anterior, es importante resaltar que en el consentimiento informado emitido a los participantes de este estudio, no se brindó una explicación y una descripción explícita dentro del consentimiento, en la que se indicara que los resultados obtenidos podrían estar sesgados por la aplicación de pruebas en línea, a pesar de que se explicó a detalle el estudio y el consentimiento informado emitido durante la sesión de presentación (ver página 47 y anexo 3), es importante considerar este hecho para futuros estudios y de involucrar en mayor medida a aquellas personas que estén brindando algún apoyo técnico a los participantes de un estudio, para que estén completamente informados sobre la investigación en la que se esté participando.

Una limitación más fue el no poder observar la manera en que los participantes llevaban a cabo el entrenamiento de estimulación cognitiva, si bien se les indicó a los participantes cómo realizar sus actividades y se tenía su respectiva bitácora, no se tenía certeza de que realmente lo estuvieran realizando como se indicaba, ya que el entrenamiento no se monitoreaba por una videollamada.

Otra limitación observada en esta tesis fue la realización de la investigación en tiempos de pandemia por la enfermedad COVID-19, a pesar de que se realizara durante la etapa de vacunación, aún se presentaban casos que incapacitaban a los participantes en seguir con el estudio, tanto esta situación como las mencionadas con anterioridad deben ser tomadas en cuenta para futuras investigaciones, con el fin de disminuir algún tipo de sesgo y obtener datos que tengan el potencial de ser generalizados.

Referencias

- Abdelhamid, G. S. M., Bassiouni, M. G. A., & Gómez-Benito, J. (2021). Assessing Cognitive Abilities Using the WAIS-IV: An Item Response Theory Approach. *International journal of environmental research and public health*, 18(13), 6835. <https://doi.org/10.3390/ijerph18136835>
- Agustín, S. y Espert, R. (2014). Estimulación cognitiva: Una revisión neuropsicológica. *Therapeia*, 6. 73-93. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5149523>
- Airaksinen, E., Larsson, M., & Forsell, Y. (2005). Neuropsychological functions in anxiety disorders in population-based samples: evidence of episodic memory dysfunction. *Journal of psychiatric research*, 39(2), 207–214. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2004.06.001>
- Alemanno, F., Houdayer, E., Parma, A., Spina, A., Del Forno, A., Scatolini, A., Angelone, S., Brugliera, L., Tettamanti, A., Beretta, L., & Iannaccone, S. (2021). COVID-19 cognitive deficits after respiratory assistance in the subacute phase: A COVID-rehabilitation unit experience. *PloS one*, 16 (2), e0246590. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0246590>
- American Psychological Association (May 1, 2020). *How to do psychological testing via telehealth* New APA guidance offers six principles for conducting tele-assessments while social distancing. <https://www.apaservices.org/practice/reimbursement/health-codes/testing/psychological-telehealth>
- Asociación Panamericana de la Salud (21 de julio de 2020). *Tres de cada diez personas en las Américas corren mayor riesgo de COVID-19 grave debido a condiciones de salud subyacentes*. <https://www.paho.org/es/noticias/21-7-2020-tres-cada-diez-personas-americanas-corren-mayor-riesgo-covid-19-grave-debido>
- Ayuso, B., Pérez, A., Besteiro, Y., Romay, E., García, M., Marchán, Á., Rodríguez, A., Corredoira, J., & Rabuñal, R. (2022). Calidad de vida relacionada con la salud en pacientes recuperados de COVID-19 [Health-related quality of life in patients recovered from COVID-19]. *Journal of healthcare quality research*, 37 (4), 208–215. <https://doi.org/10.1016/j.jhqr.2022.01.001>
- Baddeley A. (1998). The central executive: a concept and some misconceptions. *Journal of the International Neuropsychological Society: JINS*, 4(5), 523–526. <https://doi.org/10.1017/s135561779800513x>
- Baddeley, A., Chincotta, D., & Adlam, A. (2001). Working memory and the control of action: evidence from task switching. *Journal of experimental psychology. General*, 130(4), 641–657.

- Baddeley, Alan. (2012). Working memory: Theories, models, and controversies. *Annual Review of Psychology*, 63, 1-29. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-120710-100422>
- Bahar-Fuchs, A., Webb, S., Bartsch, L., Clare, L., Rebok, G., Cherbuin, N., & Anstey, K. J. (2017). Tailored and Adaptive Computerized Cognitive Training in Older Adults at Risk for Dementia: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Alzheimer's disease: JAD*, 60(3), 889–911. <https://doi.org/10.3233/JAD-170404>
- Bayne, T., Brainard, D., Byrne, R. W., Chittka, L., Clayton, N., Heyes, C., Mather, J., Ölveczky, B., Shadlen, M., Suddendorf, T., & Webb, B. (2019). What is cognition? *Current biology: CB*, 29 (13), R608–R615. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2019.05.044>
- Bishop S. J. (2007). Neurocognitive mechanisms of anxiety: an integrative account. *Trends in cognitive sciences*, 11(7), 307–316. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2007.05.008>
- Bloch, A., Maril, S. & Kavé, G. (2021) How, when, and for whom: decisions regarding remote neuropsychological assessment during the 2020 COVID-19 pandemic. *Isr J Health Policy Res*, 10 (31). <https://doi.org/10.1186/s13584-021-00465-x>
- Boopathi, S., Poma, A. B., & Kolandaivel, P. (2021). Novel 2019 coronavirus structure, mechanism of action, antiviral drug promises and rule out against its treatment. *Journal of biomolecular structure & dynamics*, 39(9), 3409–3418. <https://doi.org/10.1080/07391102.2020.1758788>
- Bouza, E., Cantón Moreno, R., De Lucas Ramos, P., García-Botella, A., García-Lledó, A., Gómez-Pavón, J., González Del Castillo, J., Hernández-Sampelayo, T., Martín-Delgado, M. C., Martín Sánchez, F. J., Martínez-Sellés, M., Molero García, J. M., Moreno Guillén, S., Rodríguez-Artalejo, F. J., Ruiz-Galiana, J., De Pablo Brühlmann, S., Porta Etessam, J., & Santos Sebastián, M. (2021). Síndrome post-COVID: Un documento de reflexión y opinión [Post-COVID syndrome: A reflection and opinion paper]. *Revista española de quimioterapia: publicación oficial de la Sociedad Española de Quimioterapia*, 34(4), 269–279. <https://doi.org/10.37201/req/023.2021>
- Centers for Disease Control and Prevention CDC (2022). *Classifications and definitions of SARS-CoV-2 variants*. <https://espanol.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/variants/variant-classifications.html>
- Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (3 de marzo de 2022). *Vacunas COVID 19 autorizadas*. <https://www.gob.mx/cofepris/acciones-y-programas/vacunas-covid-19-autorizadas>
- Cullum, C. M., Hynan, L. S., Grosch, M., Parikh, M., & Weiner, M. F. (2014). Teleneuropsychology: Evidence for video teleconference-based neuropsychological assessment. *Journal of the International Neuropsychological Society: JINS*, 20(10), 1028–1033. <https://doi.org/10.1017/S1355617714000873>

- Cullum, C. M., Weiner, M. F., Gehrman, H. R., & Hynan, L. S. (2006). Feasibility of telecognitive assessment in dementia. *Assessment*, 13(4), 385–390.
<https://doi.org/10.1177/1073191106289065>
- Czysz, A. H., Nandy, K., Hughes, J. L., Minhajuddin, A., Chin Fatt, C. R., & Trivedi, M. H. (2021). Impact of the COVID-19 pandemic on adults with current and prior depression: initial findings from the longitudinal Texas RAD study. *Journal of affective disorders*, 294, 103–108. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2021.06.071>
- Damoiseaux J. S. (2017). Effects of aging on functional and structural brain connectivity. *NeuroImage*, 160, 32–40. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2017.01.077>
- de Erausquin, G. A., Snyder, H., Carrillo, M., Hosseini, A. A., Brugha, T. S., Seshadri, S., & CNS SARS-CoV-2 Consortium (2021). The chronic neuropsychiatric sequelae of COVID-19: The need for a prospective study of viral impact on brain functioning. *Alzheimer's & dementia: the journal of the Alzheimer's Association*, 17(6), 1056–1065.
<https://doi.org/10.1002/alz.12255>
- Diana, L., Regazzoni, R., Sozzi, M., Piconi, S., Borghesi, L., Lazzaroni, E., Basilico, P., Aliprandi, A., Bolognini, N., Bonardi, D., Colombo, D. y Salmaggi, A. (2023). Monitoring cognitive and psychological alterations in COVID-19 patients: A longitudinal neuropsychological study. *Journal of the Neurological Sciences*. <https://doi.org/10.1016/j.jns.2022.120511>.
- Díaz, L., Torruco, U., Martínez, M. y Varela, M. (2013). La entrevista, recurso flexible y dinámico. *Investigación en educación médica*, 2(7), 162-167.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-50572013000300009&lng=es&tlng=es.
- Doddoli, C. (24 de junio de 2022). *La plasticidad cerebral nos permite cambiar y aprender a lo largo de la vida*. *Ciencia UNAM*. <https://ciencia.unam.mx/leer/1278/la-plasticidad-cerebral-nos-permite-cambiar-y-aprender-a-lo-largo-de-la-vida>
- Dudai, Y., Roediger, H. & Tulving, E. (2007). Memory concepts. In Yadin Dudai, Henry Roediger III & Endel Tulving (Eds). *Science of Memory: Concepts* (pp.19-28) Oxford University Press.
- Duffau, H. (2006). Brain plasticity: From pathophysiological mechanisms to therapeutic applications. *Journal of Clinical Neuroscience*, 13(9), 885–897.
<https://doi.org/10.1016/j.jocn.2005.11.045>

- Dzierzewski, J. M., Dautovich, N. & Ravyts, S. (2018). Sleep and Cognition in Older Adults. *Sleep Medicine Clinics*, 13(1), 93–106. <https://doi.org/10.1016/j.jsmc.2017.09.009>
- Estrada, H., Cervantes, G. y Rodríguez, M. (2023). Deterioro cognitivo. En José Halabe, Zoé Robledo y Germán Fajardo, (Eds.), *Síndrome post-COVID-19* (pp. 37-47). Editorial medica panamericana. https://anmm.org.mx/publicaciones/ultimas_publicaciones/Libro-Sindrome-post-COVID.pdf
- Fernández-Pérez, G. C., Oñate Miranda, M., Fernández-Rodríguez, P., Velasco Casares, M., Corral de la Calle, M., Franco López, Á., Díez Blanco, M., & Cuchat, J. M. O. (2021). SARS-CoV-2: what it is, how it acts, and how it manifests in imaging studies. SARS-CoV-2: cómo es, cómo actúa y cómo se expresa en la imagen. *Radiologia*, 63(2), 115–126. <https://doi.org/10.1016/j.rx.2020.10.006>
- Freeman, S. M., Itthipuripat, S., & Aron, A. R. (2016). High Working Memory Load Increases Intracortical Inhibition in Primary Motor Cortex and Diminishes the Motor Affordance Effect. *The Journal of Neuroscience: The Official Journal of the Society for Neuroscience*, 36(20), 5544-5555. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0284-16.2016>
- Gagnon, C., Olmand, M., Dupuy, E. G., Besnier, F., Vincent, T., Grégoire, C. A., Lévesque, M., Payer, M., Bérubé, B., Breton, J., Lecchino, C., Bouabdallaoui, N., Iglesias-Grau, J., Gayda, M., Vitali, P., Nigam, A., Juneau, M., Hudon, C., & Bherer, L. (2022). Videoconference version of the Montreal Cognitive Assessment: normative data for Quebec-French people aged 50 years and older. *Aging clinical and experimental research*, 34(7), 1627–1633. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8853900/>
- Galusha-Glasscock, J. M., Horton, D. K., Weiner, M. F., & Cullum, C. M. (2016). Video teleconference administration of the repeatable battery for the assessment of neuropsychological status. *Archives of Clinical Neuropsychology: Neuropsychology*, 31(1), 8–11. <https://doi.org/10.1093/arclin/acv058>
- García-Grimshaw, M., Chirino-Pérez, A., Flores-Silva, F. D., Valdés-Ferrer, S. I., Vargas-Martínez, M. L. Á., Jiménez-Ávila, A. I., Chávez-Martínez, O. A., Ramos-Galicia, E. M., Marché-Fernández, O. A., Ramírez-Carrillo, M. F., Grajeda-González, S. L., Ramírez-Jiménez, M. E., Chávez-Manzanera, E. A., Tusié-Luna, M. T., Ochoa-Guzmán, A., Cantú-Brito, C., Fernandez-Ruiz, J., & Chiquete, E. (2022). Critical role of acute hypoxemia on the cognitive impairment after severe COVID-19 pneumonia: a multivariate causality model analysis. *Neurological sciences: official journal of the Italian Neurological Society and of the Italian Society of Clinical Neurophysiology*, 43(4), 2217–2229. <https://doi.org/10.1007/s10072-021-05798-8>
- Giehl, K., Ophey, A., Hammes, J., Rehberg, S., Lichtenstein, T., Reker, P., Eggers, C., Kalbe, E., & van Eimeren, T. (2020). Working memory training increases neural efficiency in Parkinson's

disease: a randomized controlled trial. *Brain communications*, 2(2), fcaa115.
<https://doi.org/10.1093/braincomms/fcaa115>

Gigler, K. L., Blomeke, K., Shatil, E., Weintraub, S., & Reber, P. J. (2013). Preliminary evidence for the feasibility of at-home online cognitive training with older adults. *Gerontechnology: international journal on the fundamental aspects of technology to serve the ageing society*, 12(1), 26–35. <https://doi.org/10.4017/gt.2013.12.1.007.00>

Gobierno de México (2021). *Guía clínica para el tratamiento de la COVID-19 en México*
https://coronavirus.gob.mx/wp-content/uploads/2021/08/GuiaTx_COVID19_ConsensoInterinstitucional_2021.08.03.pdf

Gobierno de México (2021). *Covid-19 México*. <https://datos.covid-19.conacyt.mx/>

Gobierno de México (2022). *COVID-19*. <https://coronavirus.gob.mx/covid-19/>

Gómez, M., Danglot, C. y Vega, L. Sinopsis de pruebas estadísticas no paramétricas. Cuándo usarlas. *Revista Mexicana de Pediatría*. 2003;70(2):91-99.
<https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=8084>

Grosch, M. C., Weiner, M. F., Hynan, L. S., Shore, J., & Cullum, C. M. (2015). Video teleconference-based neurocognitive screening in geropsychiatry. *Psychiatry Research*, 225(3), 734–735. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2014.12.040>

Hagovská, M., Dzvoník, O., & Olekszyová, Z. (2017). Comparison of Two Cognitive Training Programs With Effects on Functional Activities and Quality of Life. *Research in gerontological nursing*, 10(4), 172–180. <https://doi.org/10.3928/19404921-20170524-01>

Hampshire, A., Trender, W., Chamberlain, S. R., Jolly, A. E., Grant, J. E., Patrick, F., Mazibuko, N., Williams, S. C., Barnby, J. M., Hellyer, P., & Mehta, M. A. (2021). Cognitive deficits in people who have recovered from COVID-19. *EclinicalMedicine*, 39, 101044.
<https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2021.101044>

Harrell, K. M., Wilkins, S. S., Connor, M. K., & Chodosh, J. (2014). Telemedicine and the evaluation of cognitive impairment: The additive value of neuropsychological assessment. *Journal of the American Medical Directors Association*, 15(8), 600–606.
<https://doi.org/10.1016/j.jamda.2014.04.015>

Hernández, R., Fernández, R. y Baptista, L. (2014). *Metodología de la investigación*. Mc GRAW HILL.

Hill, N. T., Mowszowski, L., Naismith, S. L., Chadwick, V. L., Valenzuela, M., & Lampit, A. (2017). Computerized Cognitive Training in Older Adults With Mild Cognitive Impairment

or Dementia: A Systematic Review and Meta-Analysis. *The American journal of psychiatry*, 174(4), 329–340. <https://doi.org/10.1176/appi.ajp.2016.16030360>

Huang, Y., Yang, C., Xu, X., Xu, W., & Liu, S. (2020). Structural and functional properties of SARS-CoV-2 spike protein: potential antiviral drug development for COVID-19. *Acta Pharmacologica Sinica*, 41, 1141-1149 <https://doi.org/10.1038/s41401-020-0485-4>

Hyer, L., Scott, C., Atkinson, M. M., Mullen, C. M., Lee, A., Johnson, A., & McKenzie, L. C. (2016). Cognitive Training Program to Improve Working Memory in Older Adults with MCI. *Clinical gerontologist*, 39(5), 410–427. <https://doi.org/10.1080/07317115.2015.1120257>

Instituto Nacional De Salud Pública de México INSP (26 de agosto de 2020). ¿Qué son los coronavirus? <https://www.insp.mx/nuevo-coronavirus-2019/que-es-nuevo-coronavirus.html>

Invernizzi, A., Renzetti, S., van Thriel, C., Rechtman, E., Patrono, A., Ambrosi, C., Mascaro, L., Cagna, G., Gasparotti, R., Reichenberg, A., Tang, C. Y., Lucchini, R. G., Wright, R. O., Placidi, D., & Horton, M. K. (2023). Covid-19 related cognitive, structural and functional brain changes among Italian adolescents and young adults: a multimodal longitudinal case-control study. *medRxiv: the preprint server for health sciences*, 2023.07.19.23292909. <https://doi.org/10.1101/2023.07.19.23292909>

Kagan, J. (1958). The concept of identification. *Psychological Review*, 65(5), 296–305. <https://doi.org/10.1037/h0041313>

Keci, A., Tani, K., & Xhema, J. (2019). Role of Rehabilitation in Neural Plasticity. *Open access Macedonian journal of medical sciences*, 7(9), 1540–1547. <https://doi.org/10.3889/oamjms.2019.295>

Kitaigorodsky, M., Loewenstein, D., Curiel Cid, R., Crocco, E., Gorman, K., & González-Jiménez, C. (2021). A Teleneuropsychology Protocol for the Cognitive Assessment of Older Adults During COVID-19. *Frontiers in psychology*, 12, 651136. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.651136>

Klingberg, T. (2010). Training and plasticity of working memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 14(7), 317-324. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2010.05.002>

Krishnan, K., Miller, A. K., Reiter, K., & Bonner-Jackson, A. (2022). Neurocognitive Profiles in Patients With Persisting Cognitive Symptoms Associated With COVID-19. *Archives of clinical neuropsychology: the official journal of the National Academy of Neuropsychologists*, 37(4), 729–737. <https://doi.org/10.1093/arclin/acac004>

Kumar, S., Joseph, S., Gander, P. E., Barascud, N., Halpern, A. R., & Griffiths, T. D. (2016). A Brain System for Auditory Working Memory. *The Journal of Neuroscience: The Official*

Journal of the Society for Neuroscience, 36(16), 4492-4505.

<https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.4341-14.2016>

- Kwak, Y. T., Yang, Y., & Koo, M.-S. (2016). Depression and Cognition. *Dementia and Neurocognitive Disorders*, 15(4), 103. <https://doi.org/10.12779/dnd.2016.15.4.103>
- Lamp, G., Alexander, B., Laycock, R., Crewther, D. P., & Crewther, S. G. (2016). Mapping of the Underlying Neural Mechanisms of Maintenance and Manipulation in Visuo-Spatial Working Memory Using An n-back Mental Rotation Task: A Functional Magnetic Resonance Imaging Study. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 10, 87. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2016.00087>
- Li, J., Li, X., Jiang, J., Xu, X., Wu, J., Xu, Y., ... Xu, X. (2020). The Effect of Cognitive Behavioral Therapy on Depression, Anxiety, and Stress in Patients With COVID-19: A Randomized Controlled Trial. *Frontiers in Psychiatry*, 11. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2020.580827>
- López, A., González, R. y Tejada, J. (2016). Propiedades Psicométricas de la Versión en Español de la Escala de Calidad de Vida WHO QoL BREF en una Muestra de Adultos Mexicanos. *Revista Iberoamericana de Diagnóstico y Evaluación*, 44(2). <https://doi.org/10.21865/RIDEP44.2.09>
- López, J. y Granados, E. (2021). Disfunciones cognitivas en adultos mayores con depresión. *Revista Digital Universitaria*, 22(2). DOI: <http://doi.org/10.22201/cuaieed.16076079e.2021.22.2.2>
- Lozano, J., Mendoza, E., Pérez A., Rosenstein, Y. y Prieto, A. (2021). Secuelas: el síndrome post-COVID. ¿Cómo ves? *Revista de divulgación de la ciencia UNAM*, 275. <https://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/275/secuelas-el-sindrome-post-covid>
- López, U. (2023). Avaliação e análise comparativa de aplicativos gratuitos voltados à prevenção da perda de memória em pacientes com Alzheimer. *REVISTA LATINOAMERICANA DE TELESSAÚDE*, 9 (2), 214 - 223. [https://doi.org/10.32443/2175-2990\(2022\)426](https://doi.org/10.32443/2175-2990(2022)426)
- Lyra E Silva, N. M., Barros-Aragão, F. G. Q., De Felice, F. G., & Ferreira, S. T. (2022). Inflammation at the crossroads of COVID-19, cognitive deficits and depression. *Neuropharmacology*, 209, 109023. <https://doi.org/10.1016/j.neuropharm.2022.109023>
- Maggio, M.G., Luca, A., D'Agate, C., Italia, M., Calabrò, R.S. and Nicoletti, A. (2022), Feasibility and usability of a non-immersive virtual reality tele-cognitive app in cognitive rehabilitation of patients affected by Parkinson's disease. *Psychogeriatrics*, 22: 775-779. <https://doi.org/10.1111/psyg.12880>
- Maguiña, C., Gastelo, R., & Tequen, Arly. (2020). El nuevo Coronavirus y la pandemia del Covid-19. *Revista Médica Herediana*, 31 (2), 125-131. <https://dx.doi.org/10.20453/rmh.v31i2.3776>

- Martínez, R., Jiménez, A., López, A., & Ortega, R. (2018). Estrategias nutricionales que mejoran la función cognitiva. *Nutrición Hospitalaria*, 35, 16-19. <https://dx.doi.org/10.20960/nh.2281>
- Mata, M. (2021, 26 de agosto). Afectación de las funciones cognitivas, una de las molestias post-Covid. *Gaceta UdeG*. <http://www.gaceta.udg.mx/afectacion-de-las-funciones-cognitivas-una-de-las-molestias-post-covid/>
- Mazza, M. G., Palladini, M., Poletti, S., & Benedetti, F. (2022). Post-COVID-19 Depressive Symptoms: Epidemiology, Pathophysiology, and Pharmacological Treatment. *CNS drugs*, 36(7), 681–702. <https://doi.org/10.1007/s40263-022-00931-3>
- Miskowiak, K. W., Johnsen, S., Sattler, S. M., Nielsen, S., Kunalan, K., Rungby, J., Lapperre, T., & Porsberg, C. M. (2021). Cognitive impairments four months after COVID-19 hospital discharge: Pattern, severity and association with illness variables. *European neuropsychopharmacology: the journal of the European College of Neuropsychopharmacology*, 46, 39–48. <https://doi.org/10.1016/j.euroneuro.2021.03.019>
- Mikkelsen, K., Stojanovska, L., Polenakovic, M., Bosevski, M., & Apostolopoulos, V. (2017). Exercise and mental health. *Maturitas*, 106, 48–56. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2017.09.003>
- MoCA COGNITION (2021). *How to perform MoCA by video conference*. https://mocacognition.com/video#remote_moca_video
- Nakamura, Z. M., Nash, R. P., Laughon, S. L., & Rosenstein, D. L. (2021). Neuropsychiatric Complications of COVID-19. *Current psychiatry reports*, 23(5), 25. <https://doi.org/10.1007/s11920-021-01237-9>
- Nardone, V., Reginelli, A., Vinciguerra, C., Correale, P., Calvanese, M. G., Falivene, S., Sangiovanni, A., Grassi, R., Di Biase, A., Polifrone, M. A., Caraglia, M., Cappabianca, S., & Guida, C. (2021). Mood Disorder in Cancer Patients Undergoing Radiotherapy During the COVID-19 Outbreak. *Frontiers in psychology*, 12, 568839. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.568839>
- Nasreddine, Z. S., Phillips, N. A., Bédirian, V., Charbonneau, S., Whitehead, V., Collin, I., Cummings, J. L., & Chertkow, H. (2005). The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: a brief screening tool for mild cognitive impairment. *Journal of the American Geriatrics Society*, 53(4), 695–699. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2005.53221.x>
- National Library of Medicine NIH (2022). Features, Evaluation, and Treatment of Coronavirus (COVID-19). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK554776/>

- Organización Panamericana de la Salud OPS (2022). *Preguntas frecuentes: Vacunas contra la COVID-19*. <https://www.paho.org/es/vacunas-contra-covid-19/preguntas-frecuentes-vacunas-contra-covid-19>
- Organización Panamericana de la Salud OPS (6 de mayo de 2023). *Se acaba la emergencia por la pandemia, pero la COVID-19 continúa*. <https://www.paho.org/es/noticias/6-5-2023-se-acaba-emergencia-por-pandemia-pero-covid-19-continua>
- Our World in data (2023). *Cumulative confirmed COVID-19 cases*. https://ourworldindata.org/explorers/coronavirus-data-explorer?zoomToSelection=true&facet=none&hideControls=true&Interval=Cumulative&Relative+to+Population=false&Color+by+test+positivity=false&country=MEX~OWID_WRL&Metric=Confirmed+cases
- Our World in data (2023). *Cumulative confirmed COVID-19 deaths*. https://ourworldindata.org/explorers/coronavirus-data-explorer?zoomToSelection=true&facet=none&uniformYAxis=0&hideControls=true&Interval=Cumulative&Relative+to+Population=false&Color+by+test+positivity=false&country=MEX~OWID_WRL&Metric=Confirmed+deaths
- Peer, M., Salomon, R., Goldberg, I., Blanke, O., & Arzy, S. (2015). Brain system for mental orientation in space, time, and person. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 112 (35), 11072–11077. <https://doi.org/10.1073/pnas.1504242112>
- Portellano, J. (2005). *Neuropsicología de la memoria Introducción a la Neuropsicología*. Mc Graw Hill. <https://clea.edu.mx/biblioteca/files/original/43a9d63fc649d7606bd928a7bdf87ca7.pdf>
- Portellano, J. y García, J. (2014). *Neuropsicología de la atención, las funciones ejecutivas y la memoria*. Síntesis.
- Quental, N., Brucki, S., & Bueno, O. (2009). Visuospatial function in early Alzheimer's disease: Preliminary study. *Dementia & neuropsychologia*, 3(3), 234–240. <https://doi.org/10.1590/S1980-57642009DN30300010>
- Rajkumari, B., Akham, N., Konjengbam, O. K., Pangambam, A. D., & Ningthoujam, S. D. (2022). Post-traumatic stress disorder among COVID-19 survivors in Manipur: A cross-sectional study. *Journal of family medicine and primary care*, 11(5), 2139–2145. <https://doi.org/10.4103/jfmpe.ifmpc.1474.21>
- Robinson, O. J., Vytal, K., Cornwell, B. R., & Grillon, C. (2013). The impact of anxiety upon cognition: perspectives from human threat of shock studies. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00203>

- Roozendaal, B., McEwen, B. & Chattarji, S. Stress, memory and the amygdala. *Nature Reviews Neuroscience* 10, 423–433 (2009). <https://doi.org/10.1038/nrn2651>
- Rosen, C. (21 de marzo de 2023). *La plasticidad cerebral o capacidad de adaptarnos*. *Gaceta UNAM*. <https://www.gaceta.unam.mx/la-plasticidad-cerebral-o-capacidad-de-adaptarnos/>
- Secretaría de Salud (2021). *Información de la vacuna*. <http://vacunacovid.gob.mx/wordpress/informacion-de-la-vacuna/>
- Secretaría de Salud (2023). *Calendario de vacunación*. <https://vacunacovid.gob.mx/calendario-vacunacion/>
- Sociedad Española de Farmacia Clínica, Familiar y Comunitaria SEFAC (28 de abril de 2020). *Evolución de la COVID-19 en el paciente: fases y características*. <https://www.sefac.org/para-profesionales-publicaciones-sefac-publicaciones-sefac-materiales-disponibles-para-el-socio-5>
- Smith, E. y Kosslyn, S. (2008). *Procesos cognitivos Modelos y bases neurales*. Pearson.
- Stark, C. E., Bayley, P. J., & Squire, L. R. (2002). Recognition memory for single items and for associations is similarly impaired following damage to the hippocampal region. *Learning & memory (Cold Spring Harbor, N.Y.)*, 9(5), 238–242. <https://doi.org/10.1101/lm.51802>
- Strobach, T., & Huestegge, L. (2017). Evaluating the effectiveness of commercial brain game training with working-memory tasks. *Journal of Cognitive Enhancement*, 1(4), 539–558. <https://doi.org/10.1007/s41465-017-0053-0>
- Suo, C., Singh, M. F., Gates, N., Wen, W., Sachdev, P., Brodaty, H., Saigal, N., Wilson, G. C., Meiklejohn, J., Singh, N., Baune, B. T., Baker, M., Foroughi, N., Wang, Y., Mavros, Y., Lampit, A., Leung, I., & Valenzuela, M. J. (2016). Therapeutically relevant structural and functional mechanisms triggered by physical and cognitive exercise. *Molecular psychiatry*, 21(11), 1633–1642. <https://doi.org/10.1038/mp.2016.19>
- Ten Brinke, L. F., Best, J. R., Crockett, R. A., & Liu-Ambrose, T. (2018). The effects of an 8-week computerized cognitive training program in older adults: a study protocol for a randomized controlled trial. *BMC geriatrics*, 18(1), 31. <https://doi.org/10.1186/s12877-018-0730-6>
- Turner, T. H., Horner, M. D., Vankirk, K. K., Myrick, H., & Tuerk, P. W. (2012). A pilot trial of neuropsychological evaluations conducted via telemedicine in the Veterans Health Administration. *Telemedicine Journal and e-Health: The Official Journal of the American Telemedicine Association*, 18(9), 662–667. <https://doi.org/10.1089/tmj.2011.0272>
- Vermeij, A., Kessels, R. P. C., Heskamp, L., Simons, E. M. F., Dautzenberg, P. L. J., & Claassen, J. A. H. R. (2016). Prefrontal activation may predict working-memory training gain in normal

aging and mild cognitive impairment. *Brain Imaging and Behavior*, 11(1), 141–154.
<https://doi.org/10.1007/s11682-016-9508-7>

Wadsworth, H. E., Dhima, K., Womack, K. B., Hart, J., Weiner, M. F., Hynan, L. S., & Cullum, C. M. (2018). Validity of teleneuropsychological assessment in older patients with cognitive disorders. *Archives of Clinical Neuropsychology: The Official Journal of the National Academy of Neuropsychologists*, 33(8), 1040–1045. <https://doi.org/10.1093/arclin/acx140>

Whiteside, D. M., Basso, M. R., Naini, S. M., Porter, J., Holker, E., Waldron, E. J., Melnik, T. E., Niskanen, N., & Taylor, S. E. (2022). Outcomes in post-acute sequelae of COVID-19 (PASC) at 6 months post-infection Part 1: Cognitive functioning. *The Clinical neuropsychologist*, 36(4), 806–828. <https://doi.org/10.1080/13854046.2022.2030412>

World Health Organization (1 march 2012). *WHOQOL: Measuring Quality of Life*.
<https://www.who.int/tools/whoqol>

Yang, Q. Q., & Zhou, J. W. (2019). Neuroinflammation in the central nervous system: Symphony of glial cells. *Glia*, 67(6), 1017–1035. <https://doi.org/10.1002/glia.23571>

Zaccarelli, C., Cirillo, G., Passuti, S., Annicchiarico, R., and Barban, F. (2013). Computer-based cognitive intervention for dementia. Sociable: motivating platform for elderly networking, mental reinforcement and social interaction, in *7th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare and Workshops Computer-Based (Venice)*, 430–435.
<http://dx.doi.org/10.4108/icst.pervasivehealth.2013.252155>

Zhang, H., Huntley, J., Bhome, R., Holmes, B., Cahill, J., Gould, R. L., Wang, H., Yu, X., & Howard, R. (2019). Effect of computerised cognitive training on cognitive outcomes in mild cognitive impairment: a systematic review and meta-analysis. *BMJ open*, 9(8), e027062.
<https://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-027062>

Zhou, H., Lu, S., Chen, J., Wei, N., Wang, D., Lyu, H., Shi, C., & Hu, S. (2020). The landscape of cognitive function in recovered COVID-19 patients. *Journal of psychiatric research*, 129, 98–102. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2020.06.022>

Zokaei, N., MacKellar, C., Čepukaitytė, G., Patai, E. Z., & Nobre, A. C. (2017). Cognitive Training in the Elderly: Bottlenecks and New Avenues. *Journal of cognitive neuroscience*, 29(9), 1473–1482. https://doi.org/10.1162/jocn_a_01080

Anexos

Anexo 1.

Convocatoria para participar en el estudio de investigación.



 **¿Tuviste Covid-19?**
¿Estas presentando problemas de atención y memoria?
¿Quieres mejorar tus habilidades?

 Facultad de Psicología

**Si es así:
¡Te invitamos a participar en nuestro programa de Estimulación cognitiva a distancia!**

Si cumples con:

- *Mayor de 18 años
- *Confirmación de infección por SARS-CoV2
- *Sin enfermedades psiquiátricas o neurológicas previas (solo enfermedad vascular cerebral)
- *No has tenido estimulación neuropsicológica previa
- *Cuentas con un dispositivo móvil e internet

Si te interesa, llena este formulario:
https://docs.google.com/forms/d/1_Rj_OyjZZGu7Pljap3qgMrOsQ3xNK_SFF763EWn7BW8/edit

Cupo Limitado

Información de contacto:
neurobio.envejecimiento@gmail.com
@NeurobiolEnvejecimiento

Laboratorio de neurobiología del envejecimiento y daño cerebral

Nota. Convocatoria publicada en la página de Facebook “S Neurobiología del envejecimiento”

Anexo 2.

Datos de contacto



Datos de Contacto

En el Laboratorio de Neurobiología del Envejecimiento y Daño Cerebral de la Facultad de Psicología de la UNAM, agradecemos tu interés por querer formar parte de nuestro programa de Estimulación Cognitiva a Distancia.

Este proyecto de investigación tiene como principal objetivo conocer tu estado mental cognitivo y mejorar tus habilidades de atención y memoria a lo largo del tiempo después de haber presentado Covid-19 o Enfermedad Vasculat Cerebral.

Si presentaste alguno o ambos tipos de diagnóstico y te gustaría participar en nuestro proyecto de investigación, te invitamos a completar el siguiente formulario. Nosotros nos ponemos en contacto contigo a la brevedad.

Toda la información es confidencial y solo será usada para fines de investigación.

Nota. Formulario para la recolección de datos de participantes interesados en participar en el estudio de investigación, el enlace del formulario es:

https://docs.google.com/forms/d/1_RJ_0yJZZGu7Pljap3qgMrOsQ3xNK_SFf763EWn7BW8/viewform?edit_requested=true&fbclid=IwAR3gyte2BLYkfla8pPkpUVYiFquxteC0wXsCr4W051PBIXGZ_0LSiLTYH0

Anexo 3.

Consentimiento informado

Consentimiento informado

Este Consentimiento está dirigido a los participantes del proyecto “Tele-rehabilitación cognitiva en adultos mayores con secuelas de Covid-19 o enfermedad vascular cerebral”, cuyo objetivo es evaluar el estado cognitivo, los niveles de depresión y de calidad de vida antes y después de utilizar un entrenamiento de estimulación cognitiva. Para el desarrollo del protocolo de investigación se han tenido en cuenta y observado los principios de la declaración de Helsinki y las directrices de la Resolución-4-20 de Derechos Humanos de las Personas con COVID-19, este documento busca proteger los derechos de todos aquellos individuos que se involucren en estudios de investigación.

Manifiesto que se me ha explicado que mi participación es voluntaria, así como la duración, procedimiento, posibles riesgos y beneficios de mi participación. Se me ha indicado que si yo autorizo mis sesiones serán grabadas con fines de investigación. También se me ha explicado que mi identidad y respuestas estarán protegidas por un código asignado y que todos los datos se mantendrán en archivos seguros teniendo en cuenta las normas de la Asociación Americana de Psicología. Se me ha pedido que durante la sesión de entrevista cuente con hojas blancas y lápiz y para las sesiones de entrenamiento haré uso de mi dispositivo móvil. Finalmente, se me ha explicado que puedo retirarme cuando yo decida del estudio y que puedo solicitar mis resultados obtenidos hasta el momento.

Nombre:

Fecha:

Firma:

En caso de contar con familiar de apoyo

Nombre:

Fecha:

Firma:

Aplicador:

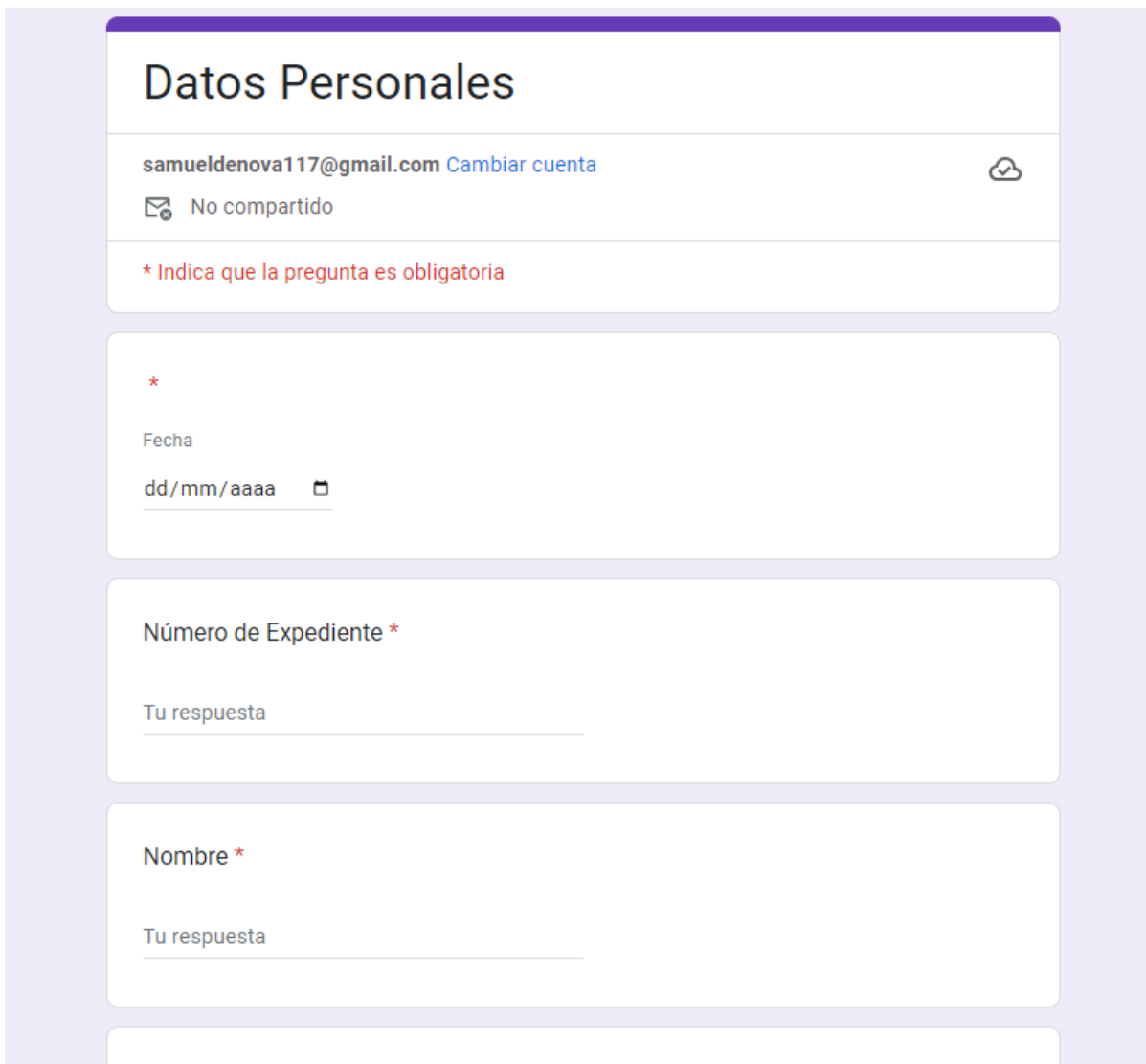
Fecha:

Responsable del proyecto:

Dra. Laura Elisa Ramos Languren
Profesor Asociado C, TC. Facultad de Psicología, UNAM
Laboratorio del envejecimiento y daño cerebral
elanguren@hotmail.com

Anexo 4.

Entrevista inicial



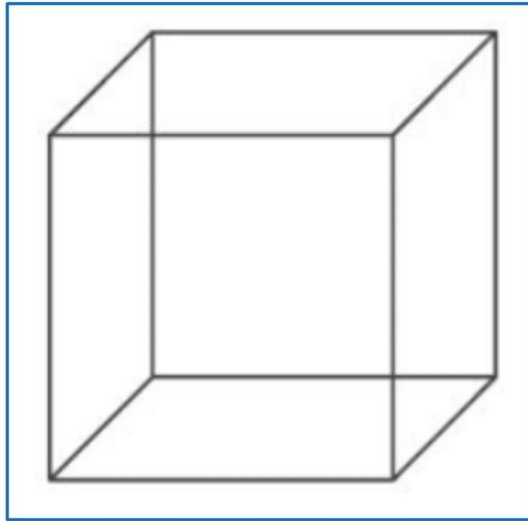
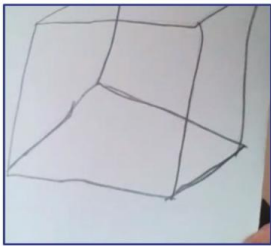
The image shows a screenshot of a Google Forms interface. At the top, the title 'Datos Personales' is displayed in a large, bold font. Below the title, the user's email address 'samueldenova117@gmail.com' is shown, along with a 'Cambiar cuenta' link and a cloud icon. A lock icon and the text 'No compartido' are also visible. A red asterisk indicates a required field. Below this, there is a date input field labeled 'Fecha' with a calendar icon and the format 'dd/mm/aaaa'. The next field is labeled 'Número de Expediente *' and has a text input area with the placeholder 'Tu respuesta'. The final visible field is labeled 'Nombre *' and also has a text input area with the placeholder 'Tu respuesta'.

Nota. La entrevista inicial se hizo a través de un formulario en línea en el cual se recolectó la información de cada participante, se puede observar con mayor detenimiento a través del siguiente enlace:

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdAPu5SJFtDcMnchDT13pVLG4J1wE0PofkkMNJAUoWqwOW2Xw/view_form

Copia del cubo de la prueba MoCA

Role play of the MoCA

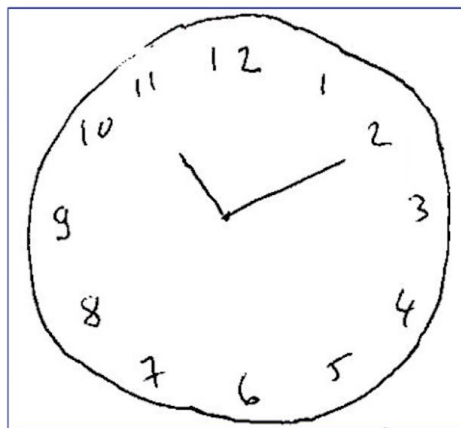


Montreal Cognitive Assessment (MoCA) Version 8.1. Available from: <https://www.mocatest.org/the-moca-test/> (Accessed September 17, 2020)

Nota. Para esta aplicación se le solicitaba a la persona hacer el dibujo sin apoyarse de algún material que no fuera su hoja y su lápiz, al finalizarlo se solicitaba mostrarlo a la pantalla y se tomaba una captura de pantalla para el registro.

Dibujo del reloj de la prueba MoCA

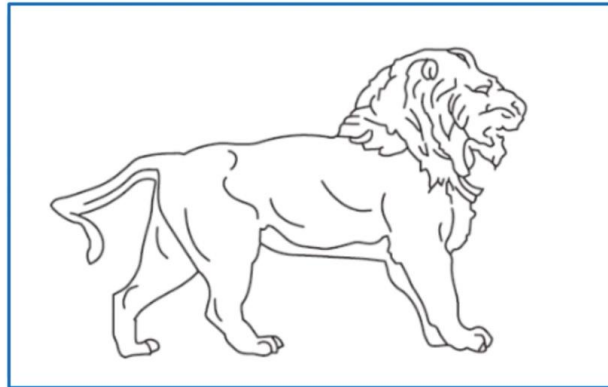
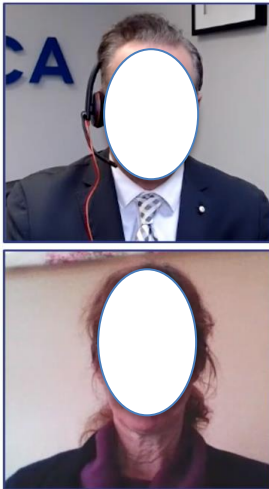
Role play of the MoCA



Nota. Al igual que el dibujo del cubo, también se solicitaba que mostrara el dibujo del reloj a la pantalla para tomar una captura de pantalla para el registro.

Tarea de identificación de la prueba MoCA

Role play of the MoCA

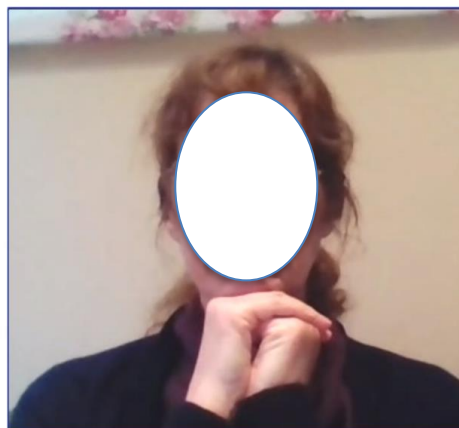


Montreal Cognitive Assessment (MoCA) Version 8.1. Available from: <https://www.mocatest.org/the-moca-test/> (Accessed September 17, 2020)

Nota. Para la aplicación de la tarea de identificación se proyectaban las imágenes de la prueba para que la persona pudiera indicar qué es lo que veía en la imagen proyectada.

Memoria, atención y Lenguaje prueba MoCA

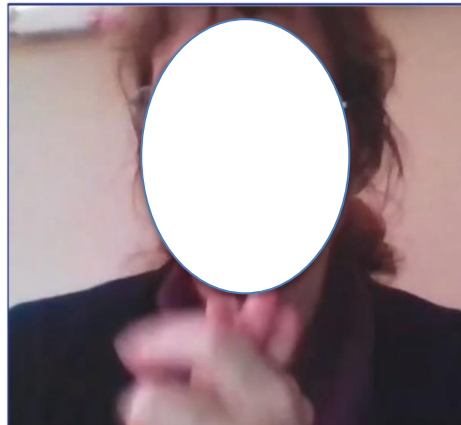
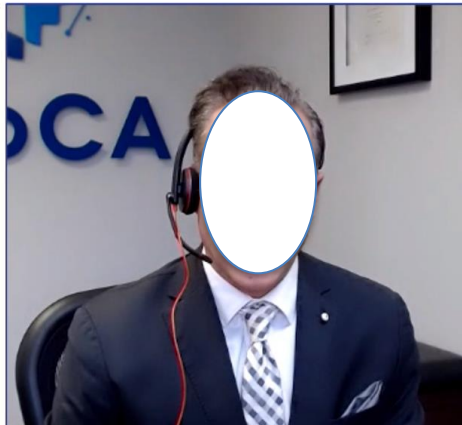
Role play of the MoCA



Nota. Para las tareas de memoria, lenguaje y atención de la prueba MoCA se le solicitó a la persona evaluada que colocara sus manos tal y cómo se muestra en la imagen, con el objetivo de evitar que la persona escribiera o utilizara sus dedos para obtener el mejor resultado posible y así mismo evitar sesgo en los resultados.

Serie de letras, prueba MoCA

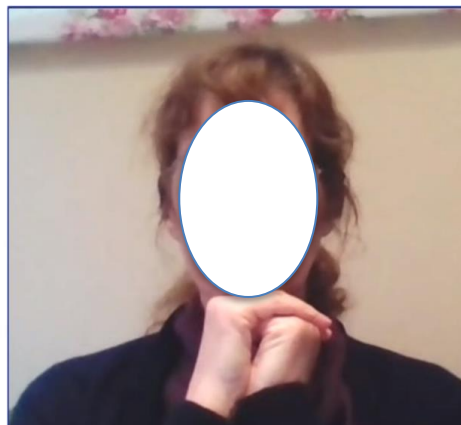
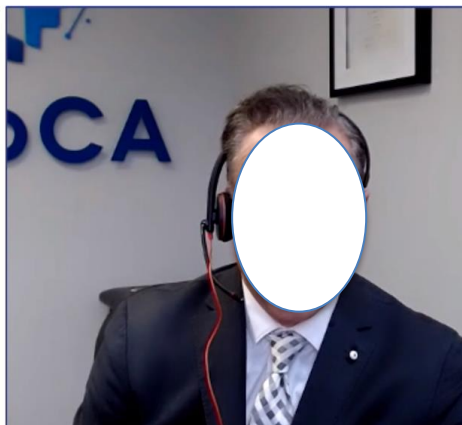
Role play of the MoCA



Nota. Para esta tarea de atención se le solicitaba a la persona que diera un aplauso cada que escuchara la letra “A”.

Abstracción y Orientación de la prueba MoCA

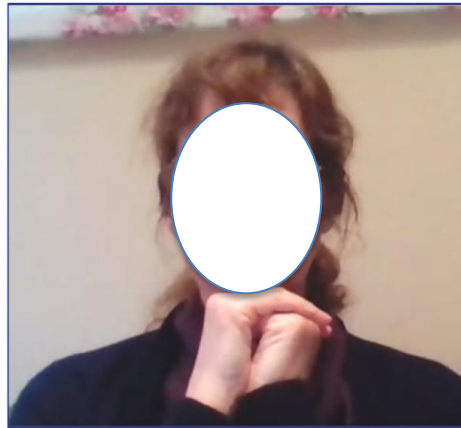
Role play of the MoCA



Nota. Al igual que en las tareas anteriores, a la persona se le pidió colocar las manos tal y cómo se muestra en la imagen para evitar que la persona evaluada escribiera, usara sus dedos o tomara algún objeto para responder lo solicitado.

Aplicación del índice de memoria de trabajo IMT de la prueba WAIS-IV

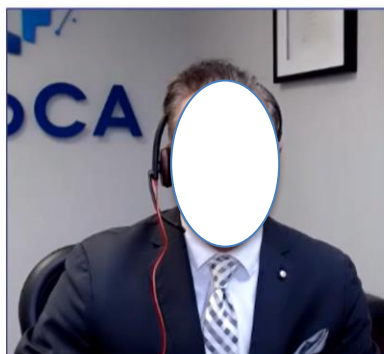
Role play of the MoCA



Nota. Para la aplicación de las tareas del IMT se utilizaron las mismas indicaciones brindadas en la prueba MoCA para que la persona evaluada colocara sus manos ante la cámara y así evitara utilizar un lápiz o cualquier instrumento que le permitiera tener un desempeño diferente en la prueba.

Aplicación de WHOQoL-BREF y BDI-2

Role play of the MoCA



Nota. Para la aplicación de estas pruebas, el evaluador tenía a la mano el formulario en línea con las preguntas de cada una de estas pruebas para hacer el registro de las respuestas mientras la persona iba respondiendo, tal y cómo se hizo en la entrevista inicial (ver anexo 4).

Anexo 6.

Evidencia de entrenamiento



Nota. Ejemplo de las capturas de pantalla solicitadas al participante para evidenciar que estaba realizando su entrenamiento, al finalizar cada tarea, la aplicación arrojaba una vista a los resultados obtenido.

Anexo 7.

Bitácora de desempeño del participante

Día	Fecha	Programa/Tarea	Observaciones	Facilidad percibida del Px	Dificultad percibida del Px
1	24/10/2021	NeuroNation (vista relámpago, manecilla)	La participante está interesada en el entrenamiento cognitivo, comienza el entrenamiento antes de compartir con ella los tutoriales del uso de la aplicación	No se brinda	No se brinda
2	25/10/2021	NeuroNation (letras móviles, orador, perfección paralela)	En la prueba de letras móviles tuvo un resultado destacado a pesar de ser aprendiz	No se brinda	No se brinda
3	26/10/2021	NeuroNation (vista relámpago, solitaria, orador, fórmula, relampamático, letrado,	La participante está teniendo resultados significativos a pesar de ser sus primeras sesiones	"Me sorprendieron los resultados, mucho mejor de lo que esperaba"	"En las primeras tareas me sentí tensa porque me distraía la familia y vendedores de la calle"
4	27/10/2021	Neuronation (vista relámpago, relampamático, letrado, orador, fórmula, solitaria)	La precisión de sus respuestas está mejorando	No se brinda	"En el ejercicio que no me sentí cómoda fue el de operaciones matemáticas, las operaciones no eran difíciles, sin embargo, me costó mucho trabajo, pudiera ser que ayer estaba muy cansada"

5	28/10/2021	Neuronation(simbolismo, orador, colormania,restaurador)	El entrenamiento es constante	"Todos los ejercicios se me hicieron divertidos"	No se brinda
6	29/10/2021	NeuroNation (viaje verbal, relampamático, vista relámpago, formula, letrado)	Hasta ahora la participante reporta que tiene dificultades en los ejercicios de operaciones aritméticas, disfruta los ejercicios en lugar de ver televisión y ha sentido que en el trabajo ha mejorado un poco	"Siento que voy mejorando un poquito"	No se brinda
7	31/10/2021	Neuronation (fórmula, letras móviles, solitaria, formafusión, rotador, rastreador)	El entrenamiento se mantiene constante	"Me sorprenden algunos resultados, mejor de lo que esperaba, pudiera ser porque estoy descansada porque no fui a trabajar"	No se brinda
8	01/11/2021	Neuronation (manecilla, salto cuántico, relámpago, colormania, series, robomáticas, pareja de memorias)	La participante olvida comentar la facilidad o la dificultad percibida en el entrenamiento a pesar de que se le pregunté	"Cada día me divierte"	No se brinda

Nota. Se anexa un ejemplo de bitácora de un participante que abandonó el estudio, se omite el código de identificación de la persona.

Anexo 8.

Ejemplo de reporte



REPORTE DE RESULTADOS

Ficha de identificación

Nombre:

Estado civil:

Edad:

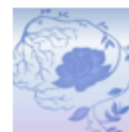
Escolaridad:

Fecha de nacimiento:

Sexo:

Periodo de las evaluaciones:

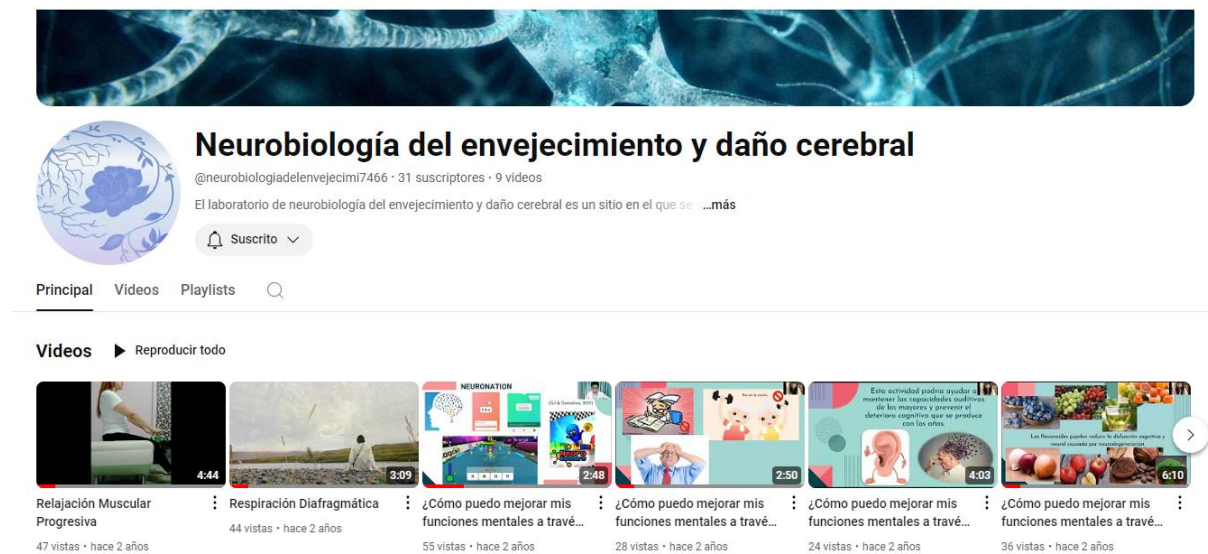
Participación voluntaria en proyecto de investigación



Nota. Se muestra un ejemplo del reporte de resultados que se le hizo a cada participante

Anexo 9.

Canal de YouTube del laboratorio de Neurobiología del envejecimiento y daño cerebral



The screenshot shows the YouTube channel page for 'Neurobiología del envejecimiento y daño cerebral'. The channel name is prominently displayed at the top, along with the handle '@neurobiologiadelenvejecimi7466', 31 subscribers, and 9 videos. Below the channel name, there is a description: 'El laboratorio de neurobiología del envejecimiento y daño cerebral es un sitio en el que se... más'. A 'Suscrito' button is visible. The navigation tabs include 'Principal', 'Videos', and 'Playlists'. The 'Videos' section is active, showing a grid of video thumbnails with their titles and view counts:

Video Title	Views	Time
Relajación Muscular Progresiva	47 vistas	4:44
Respiración Diafragmática	44 vistas	3:09
¿Cómo puedo mejorar mis funciones mentales a través de...	55 vistas	2:48
¿Cómo puedo mejorar mis funciones mentales a través de...	28 vistas	2:50
¿Cómo puedo mejorar mis funciones mentales a través de...	24 vistas	4:03
¿Cómo puedo mejorar mis funciones mentales a través de...	36 vistas	6:10

Nota. Los videos publicados fueron diseñados y elaborados por los miembros del laboratorio.

<https://www.youtube.com/@neurobiologiadelenvejecimi7466>