

**UNIVERSIDAD ANTONIO RUIZ DE MONTOYA**

Escuela de Posgrado



**EFFECTOS DEL PROGRAMA NEUROCIENTÍFICO FAST  
FORWORD EN EL MEJORAMIENTO DE LA MEMORIA DE  
TRABAJO EN ESTUDIANTES DE QUINTO DE PRIMARIA DE UN  
CENTRO EDUCATIVO PRIVADO DE LIMA**

Tesis para optar el Grado Académico de Maestra en Neurociencia y Educación

**PATRICIA XIMENA DE LA PUENTE ESTREMADOYRO  
DELIA PILAR VALENCIA CASTAGNOLA**

**Presidenta: Mg. Eva Carmen Filomena Boyle Bianchi**

**Asesora: Mg. Lissy Canal Enríquez**

**Lector 1: Mg. Carlos Mariano Arbaiza Meza**

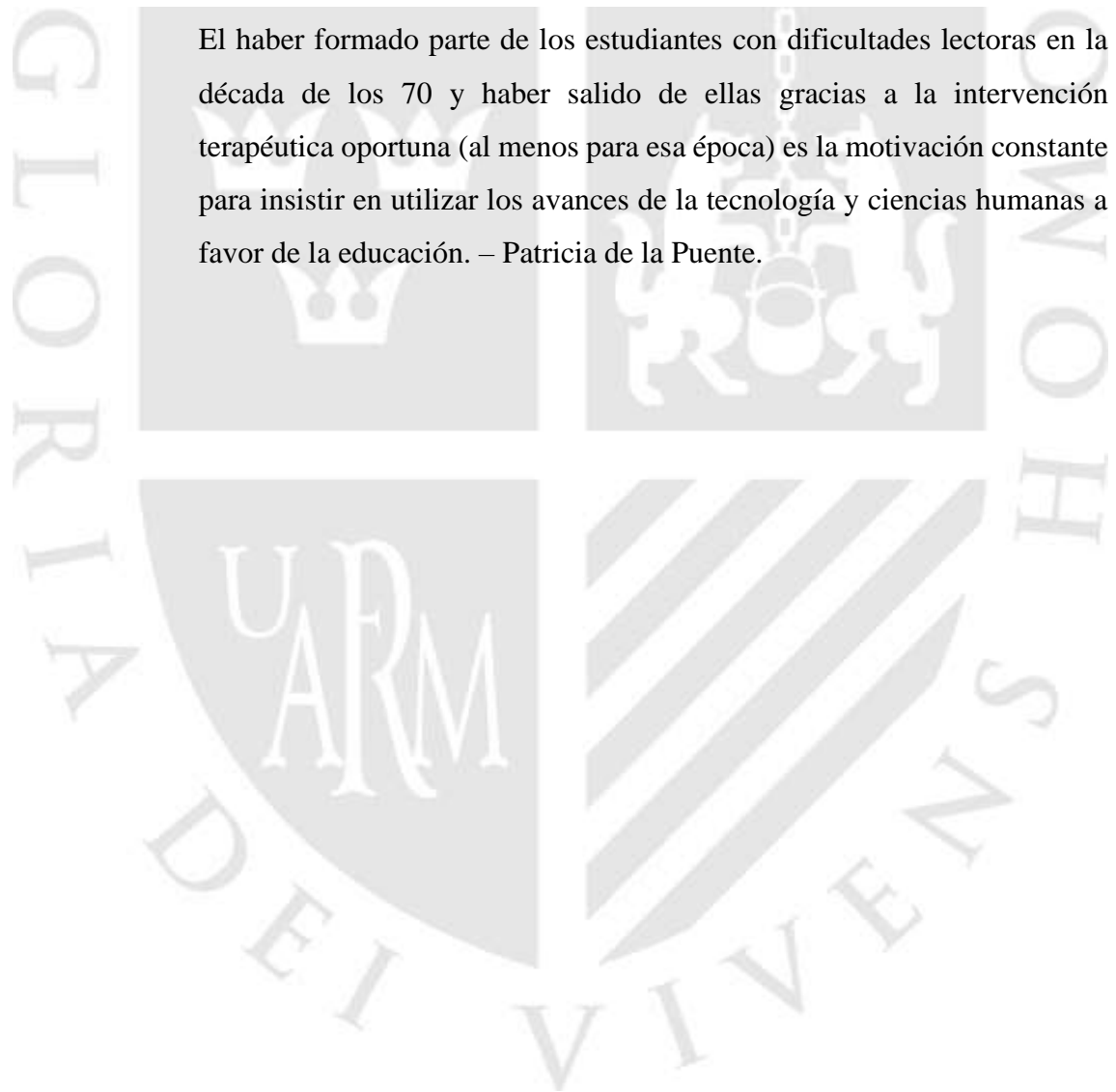
**Lectora 2: Mg. Miriam Katherine Joya Matta**

**Lima – Perú**

**Febrero de 2020**

## EPÍGRAFE

El haber formado parte de los estudiantes con dificultades lectoras en la década de los 70 y haber salido de ellas gracias a la intervención terapéutica oportuna (al menos para esa época) es la motivación constante para insistir en utilizar los avances de la tecnología y ciencias humanas a favor de la educación. – Patricia de la Puente.



## DEDICATORIA

A todos nuestros maestros que a lo largo de nuestras vidas como estudiantes sembraron en el alma la motivación a ser maestras que nunca dejarán de aprender.



## **AGRADECIMIENTO**

A nuestras familias que nos dieron aliento para continuar, al colegio en el que desarrollamos la investigación por permitirnos realizar el estudio y a nuestra asesora quien nos apoyó a lo largo de toda la investigación.



## RESUMEN

La memoria de trabajo es una función ejecutiva necesaria para el aprendizaje de las matemáticas, lectura y escritura (Engle, Tuhoiski, Laughlin & Conway, 1999). En el Perú, tenemos una alta tasa de estudiantes que no pueden entender lo que leen o incluso no pueden leer correctamente para su grado escolar a pesar de estar en secundaria (MINEDU, 2014). En este estudio demostramos cómo el uso de la tecnología mediante el programa neurocientífico Fast ForWord aumenta significativamente los niveles de memoria de trabajo en sus tres dimensiones: agenda visoespacial, ejecutivo central y bucle fonológico en estudiantes de quinto de primaria de un centro educativo privado del distrito de Santiago de Surco de Lima. Los resultados de este estudio podrían ser replicados y así lograr un impacto positivo para realidades como la nuestra, donde se necesita una propuesta para reducir el bajo rendimiento lector y matemático reflejado en las pruebas PISA 2012 (MINEDU, 2014). El estudio se realizó a lo largo de 8 semanas en las cuales el grupo experimental (24 estudiantes) estuvo expuesto a 40 minutos diarios, durante 5 días de la semana al programa Fast ForWord en comparación con el grupo control (24 estudiantes) que continuó con el periodo de lectura libre durante 40 minutos diarios. Consideramos que es necesario continuar con más investigaciones con estudiantes monolingües para ver el efecto de Fast ForWord en niños que no están en entornos de habla inglesa, así como estudiar el efecto del programa en otras funciones ejecutivas.

**Palabras clave:** memoria de trabajo, funciones ejecutivas, Fast ForWord

## ABSTRACT

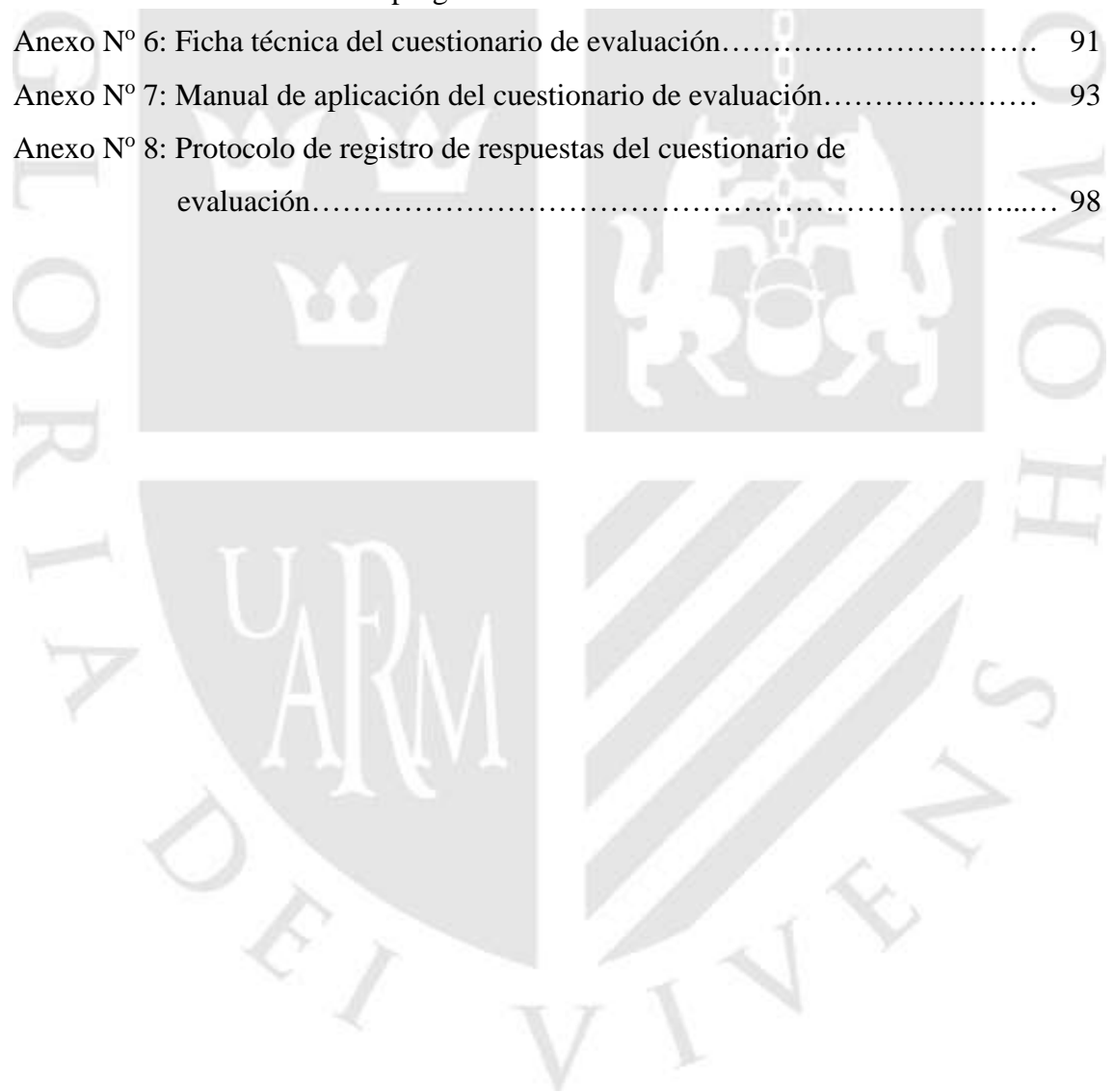
Working memory is an executive function needed to learn math, reading and writing (Engle, Tuhoiski, Laughlin y Conway, 1999). In Peru, we have a high rate of children who can not understand what they read or even can not read as they should for their grade level even though they are at secondary (MINEDU, 2014). In this study we demonstrate how the use of technology through the Fast ForWord neuroscientific program significantly increases working memory levels in its three dimensions, visuospatial pad, central executive and phonological loop in fifth grade students of a private bilingual school in Santiago de Surco, Lima. The results of this study could be replicated and thus achieve a positive impact for realities like ours, where a proposal is needed to reduce the low reading and mathematical performance reflected in the PISA 2012 test (MINEDU, 2014). The study was carried out throughout 8 weeks in which the experimental group (24 students) was exposed for 40 minutes daily during 5 days a week to the Fast ForWord program compared to the control group (24 students) that continued with the free reading period during 40 minutes daily. We consider, it is necessary to continue with more research with monolingual students to see the effect of Fast ForWord on children who are not in English speaking environments, as well as to study the effect of the program on other executive functions.

**Keywords:** working memory, executive functions, Fast ForWord

## TABLA DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN.....	14
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO.....	19
1.1. Antecedentes de la investigación.....	19
1.1.1. Funciones ejecutivas.....	25
1.1.2. Definición de plasticidad cerebral.....	31
1.1.3 Programa neurocientífico Fast ForWord.....	32
CAPÍTULO II: MARCO METODOLÓGICO.....	36
2.1. Tipo de investigación.....	36
2.2. Objetivos.....	36
2.3. Hipótesis.....	37
2.4. Variables.....	38
2.5. Población y muestra.....	38
2.6. Técnicas e instrumentos.....	40
2.7. Análisis de datos.....	42
CAPÍTULO III: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	43
3.1. Análisis estadístico descriptivo de los puntajes obtenidos.....	43
3.2. Análisis de los efectos de la intervención a partir de la prueba de hipótesis.....	47
3.2.1. Dimensión bucle fonológico – puntaje de Retención de Dígitos.....	47
3.2.2. Resultados de la dimensión bucle fonológico - puntaje de la Prueba de Rey AVTL.....	52
3.2.3. Resultados de la dimensión agenda visoespacial - puntaje Cubos de Corsi....	56
3.2.4. Resultados de la dimensión ejecutivo central – puntaje de la Prueba de Memoria Auditiva Inmediata (MAI) .....	61
Conclusiones.....	70
Recomendaciones.....	71
Referencias bibliográficas.....	73

ANEXOS.....	79
Anexo N° 1: Matriz de consistencia metodológica.....	80
Anexo N° 2: Informe de validación del instrumento de medición.....	84
Anexo N° 3: Carta de consentimiento a los padres del centro educativo privado del distrito de santiago de surco.....	87
Anexo N° 4: Protocolo de intervención del programa neurocientífico Fast ForWord	88
Anexo N° 5: Ficha técnica del programa neurocientífico Fast ForWord.....	89
Anexo N° 6: Ficha técnica del cuestionario de evaluación.....	91
Anexo N° 7: Manual de aplicación del cuestionario de evaluación.....	93
Anexo N° 8: Protocolo de registro de respuestas del cuestionario de evaluación.....	98





## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Distribución de alumnos por sexo y grupo.....	40
Tabla 2: Estadística descriptiva de la edad de los participantes.....	40
Tabla 3: Estadística descriptiva de las dimensiones de la memoria de trabajo.....	44
Tabla 4: Pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk para el puntaje de Retención de Dígitos (ttldmd) antes de la intervención.....	47
Tabla 5: Prueba de igualdad de varianzas de Bartlett para el puntaje de Retención de Dígitos (ttldmd) antes de la intervención.....	48
Tabla 6: Prueba de Igualdad de medias t-Student a dos colas con varianzas iguales para el puntaje de Retención de Dígitos (ttldmd) antes de la intervención.....	48
Tabla 7: Pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk para el puntaje de Retención de Dígitos (Ptldmd) después de la intervención .....	49
Tabla 8: Prueba de igualdad de varianzas de Bartlett para el puntaje de Retención de Dígitos (Ptldmd) después de la intervención.....	49
Tabla 9: Prueba de Igualdad de medias t-Student con cola a la izquierda con varianzas iguales para el puntaje de Retención de Dígitos (Ptldmd) después de la intervención.....	50
Tabla 10: Pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk para el efecto de la intervención sobre el puntaje de Retención de Dígitos (Dtldmd).....	50
Tabla 11: Prueba de Wilcoxon con cola a la derecha para probar el efecto de la intervención sobre el puntaje de Retención de Dígitos (Dtldmd).....	51
Tabla 12: Prueba de Igualdad de efectos U-Mann Whithney con cola a la izquierda sobre el puntaje de Retención de Dígitos (Dtldmd).....	51
Tabla 13: Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para el puntaje de la Prueba de Rey AVTL (ttldim) antes de la intervención.....	52
Tabla 14: Prueba de igualdad de varianzas de Bartlett para el puntaje de la Prueba de Rey AVTL (ttldim) antes de la intervención.....	52
Tabla 15: Prueba de Igualdad de medias t-Student a dos colas con varianzas iguales para el puntaje de la Prueba de Rey AVTL (ttldim) antes de la intervención.....	53

Tabla 16: Pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk para el puntaje de la Prueba de Rey AVTL (Pttdim) después de la intervención.....	53
Tabla 17: Prueba de igualdad de varianzas de Bartlett para el puntaje de la Prueba de Rey AVTL (Pttdim) después de la intervención.....	54
Tabla 18: Prueba de Igualdad de medias t-Student con cola a la izquierda con varianzas iguales para el puntaje de la Prueba de Rey AVTL (Pttdim) después de la intervención.....	54
Tabla 19: Pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk para el efecto de la intervención del programa Fast Forword sobre el puntaje de la Prueba de Rey AVTL (Dttdim).....	55
Tabla 20: Prueba de Wilcoxon con cola a la derecha para el análisis de los efectos de la intervención sobre el puntaje de la Prueba de Rey AVTL (Dttdim).....	55
Tabla 21: Prueba de Igualdad de efectos t-Student con cola a la izquierda con varianzas iguales sobre el puntaje de la Prueba de Rey AVTL (Dttdim).....	56
Tabla 22: Pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk para el puntaje de la agenda visoespacial Cubos de Corsi (ttdimcc) antes de la intervención.....	57
Tabla 23: Prueba de igualdad de varianzas de Bartlett para el puntaje de la agenda visoespacial Cubos de Corsi (ttdimcc) antes de la intervención.....	57
Tabla 24: Prueba de Igualdad de medias t-Student a dos colas con varianzas iguales para el puntaje de la agenda visoespacial Cubos de Corsi (ttdimcc) antes de la intervención.....	58
Tabla 25 Pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk para el puntaje de la agenda visoespacial Cubos de Corsi (Pttdimcc) después de la intervención.....	58
Tabla 26: Prueba de Igualdad de medianas U-Mann Whithney con cola a la izquierda sobre el puntaje de la agenda visoespacial Cubos de Corsi (Pttdimcc) después de la intervención.....	59
Tabla 27: Pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk para medir el efecto de la intervención sobre el puntaje de la agenda visoespacial Cubos de Corsi (Dttdimcc).....	59
Tabla 28: Prueba de Wilcoxon con cola a la derecha para analizar los efectos de la intervención sobre el puntaje de la agenda visoespacial Cubos de Corsi (Dttdimcc).....	60

Tabla 29: Prueba de Igualdad de efectos U-Mann Whithney con cola a la izquierda sobre el puntaje de la Agenda Visoespacial Cubos de Corsi (Dtt dimcc).....	60
Tabla 30: Pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk para el puntaje de Memoria Auditiva Inmediata MAI (totalmai) antes de la intervención.....	61
Tabla 31: Prueba de igualdad de varianzas de Bartlett para el puntaje de la Memoria Auditiva Inmediata MAI (totalmai) antes de la intervención.....	61
Tabla 32: Prueba de Igualdad de medias t-Student a dos colas con varianzas iguales para el puntaje de Memoria Auditiva Inmediata MAI (totalmai) antes de la intervención.....	62
Tabla 33: Pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk para el puntaje de la Memoria Auditiva Inmediata MAI (Ptotalmai) después de la intervención.....	62
Tabla 34: Prueba de igualdad de varianzas de Bartlett para el puntaje de la Memoria Auditiva Inmediata MAI (Ptotalmai) después de la intervención....	63
Tabla 35: Pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk para analizar el efecto de la intervención sobre el puntaje de la Memoria Auditiva Inmediata MAI (Dtotalmai).....	63
Tabla 36: Prueba de igualdad de varianzas de Bartlett para el puntaje de la Memoria Auditiva Inmediata MAI (Ptotalmai) después de la intervención.....	64
Tabla 37: Prueba de Igualdad de medias t-Student con cola a la izquierda y varianzas iguales para el puntaje de la Memoria Auditiva Inmediata MAI (Ptotalmai) después de la intervención.....	64
Tabla 38: Pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk para el efecto de la intervención sobre el puntaje de la Memoria Auditiva Inmediata MAI (Dtotalmai).....	65
Tabla 39: Prueba de igualdad de varianzas de Bartlett para el efecto de la intervención sobre el puntaje de la Memoria Auditiva Inmediata MAI (Dtotalmai).....	65
Tabla 40: Pruebas de Wilcoxon con cola a la derecha para analizar los efectos de las intervenciones sobre el puntaje de la Memoria Auditiva Inmediata MAI (Dtotalmai).....	66
Tabla 41: Prueba de Igualdad de efectos t-Student con cola a la izquierda con varianzas diferentes sobre de la Memoria Auditiva Inmediata MAI (Dtotalmai).....	66

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Histogramas del puntaje Retención de dígitos (ttldmd) para los grupos experimental y control antes y después de la intervención.....	44
Figura 2: Histogramas del puntaje de la prueba de Rey “AVTL” (ttldim) para los grupos experimental y control antes y después de la intervención.....	45
Figura 3: Histogramas del puntaje de la Agenda Viso espacial “Cubos de Corsi” (ttldimcc) para los grupos experimental y control, antes y después de la intervención.....	46
Figura 4: Histogramas del puntaje de la Memoria Auditiva Inmediata “MAI” (totalmai) para los grupos experimental y control, antes y después de la intervención.....	46



## INTRODUCCIÓN

La memoria de trabajo es una habilidad que en los últimos años ha generado gran interés en el ámbito educativo, por lo que se han desarrollado diversos estudios relacionados a esta función ejecutiva, ya que es la memoria de trabajo la que nos permite evocar información que se ha mantenido guardada por un periodo breve de tiempo. Cabe mencionar que se requiere de un proceso de atención selectiva para poder mantener la información en la memoria de trabajo (Eriksson, Bergström, Lansner, Nyberg & Vogel, 2015).

Tal como se evidencia en diferentes estudios, la memoria de trabajo es aquella función ejecutiva que nos permite preservar en la memoria el objetivo de nuestra acción, de tal forma podremos actuar de manera inmediata para solucionar dicho evento y que nuestro comportamiento sea el correcto (Baddeley & Repovs, 2006).

El impacto de la memoria de trabajo para el aprendizaje se viene estudiando luego que Baddeley y Hitch en 1974 describieron a esta como “el sistema encargado de mantener información limitada y temporalmente, por eso sería la que apoya los procesos de pensamiento humano” (Baddeley, 2003). Asimismo, para explicar su funcionamiento describen tres componentes, estos son el ejecutivo central y sus dos componentes de almacén: bucle fonológico y agenda visoespacial. En ese sentido, los avances de las ciencias aportan información y conocimiento a la educación que han ido modificando los sistemas de enseñanza – aprendizaje (Campos, 2010).

A pesar de que ya son más de 30 años que se describieron los componentes de la memoria de trabajo y su funcionamiento, en todos estos años se ha venido realizando numerosos estudios; el modelo de Baddeley y Hitch sigue vigente pues es un modelo que, gracias a las neuroimágenes, se ha podido ubicar el lugar donde trabaja cada uno de sus componentes (Baddeley, 2003).

A lo largo de nuestras vidas profesionales como maestras de aula, tanto en el nivel inicial, primaria y secundaria, hemos interactuado con estudiantes que muestran diversos ritmos de aprendizaje al momento de apropiarse de un determinado

conocimiento. En algunos casos se manifiesta que hay alumnos que no comprenden correctamente las explicaciones de los maestros debido a que sus procesos de la información podrían estar afectando las habilidades cognitivas (Dekker, Lee, Howard-Jones & Jolles, 2012). A pesar de que los maestros realizan y aplican material adaptado y específico con ellos, brindándoles además diversas estrategias, los estudiantes se muestran desconectados con el trabajo en clase, mostrando una baja comprensión al momento de leer o de recibir indicaciones orales. Situación recurrente que nos motivó a investigar a detalle sobre cómo la propuesta de la neuroplasticidad descrita por Michael Merzenich (Doidge, 2007) donde señala que se pueden generar nuevas redes neurales o fortaleciendo las ya existentes, a través del ejercicio constante. El enfoque de Merzenich se refiere específicamente a las redes del lóbulo prefrontal, donde se ubican las redes más abundantes de las funciones ejecutivas.

Sin embargo, para este estudio nos centraremos en la memoria de trabajo y cómo el ejercicio constante puede mejorar dicha capacidad. Asimismo, para efectos de esta investigación utilizaremos el constructo de memoria de trabajo y los tres componentes desarrollados por Alan Baddeley y Graham Hitch en 1974.

Para ello, explicaremos los fundamentos que sustentan tanto la teoría de la neuroplasticidad, así como también de la memoria de trabajo. Tradicionalmente nuestro sistema educativo ha contemplado al cerebro como un órgano encargado de almacenar información, sin considerar su funcionamiento como una red interconectada en el que se deben estimular los procesos cognitivos en conjunto dentro de un ámbito emocional equilibrado, ya que las emociones juegan un rol predominante en el proceso del aprendizaje. El aprendizaje va a depender de muchos factores, como el estado motivacional y emocional del individuo que aprende, de su grado de atención, de sus conocimientos y habilidades previas, así como de sus receptores sensoriales y del estado de sus músculos, dependiendo del tipo de tarea que vaya a ejecutar (Aguilar, Espinoza, Oruro & Carrión, 2010). No obstante, cabe mencionar que la memoria de trabajo es un componente de las funciones ejecutivas, que juega un rol indispensable en la adquisición del aprendizaje, con incidencia en el proceso lector (Castro, González & Otero, 2016).

Siendo nuestro deseo investigar y brindar herramientas para elevar el nivel lector en nuestro país pensamos que, si elevamos de manera sostenida y efectiva los niveles de memoria de trabajo en estudiantes de primaria, estos tendrían luego un mejor desempeño lector así como en matemática. Asimismo, la incidencia de una deficiente memoria de trabajo en estudiantes podría ayudar a comprender por qué el Perú se sitúa como un país

por debajo de las expectativas según los resultados de las evaluaciones PISA 2012 (MINEDU, 2014).

En busca de elevar las funciones necesarias para un buen desempeño de aprendizaje de nuestros estudiantes, es que optamos por realizar un estudio para conocer cuáles serían los efectos de un programa cognitivo computarizado en los niveles de la memoria de trabajo.

Por tal motivo, como objetivo de esta tesis hemos considerado determinar los efectos del programa neurocientífico computarizado Fast ForWord en cada uno de los componentes de la memoria de trabajo, tales como la agenda visoespacial, el bucle fonológico y el ejecutivo central en los estudiantes de quinto de primaria de un centro educativo privado del distrito de Santiago de Surco.

El funcionamiento cerebral y la neuroplasticidad podrían estar siendo tomados en cuenta para formular planes de acción más acertados (Dekker et al., 2012). De acuerdo con los avances y los aportes de las neurociencias en el campo educativo, los neurocientíficos Michael Merzenich, Paula Tallal, William Jenkins y Steven Miller, luego de treinta años de numerosas investigaciones y hallazgos obtenidos gracias a los avances tecnológicos que confirman que nuestro cerebro no trabaja como un procesador de computador, es decir, en celdas separadas que luego se integran sino que por el contrario trabaja en redes formando mapas cerebrales que se interconectan y adaptan constantemente (Ratey, 2001) gracias a la neuroplasticidad del cerebro. A partir de ello crearon un software cognitivo llamado Fast ForWord cuyas siglas son FFW, el cual está basado en los principios básicos de las neurociencias y la neuroplasticidad con la finalidad de lograr cambios duraderos en las redes neuronales. Dichos principios son: la frecuencia, la intensidad, la adaptabilidad, la simultaneidad y la motivación, y trabaja sobre las redes del cerebro que intervienen en los procesos de memoria, atención, procesamiento y secuenciación conocido por las siglas MAPS con el objetivo de favorecer las capacidades de aprendizaje de los estudiantes a través del desarrollo de destrezas cognitivas (Scientific Learning, 2018).

En el artículo de investigación realizado por Etchepareborda (2003) quien refiere al programa Fast ForWord como un importante recurso que ayuda a los estudiantes a conectar un conjunto de habilidades lingüísticas a partir de la cual emergería la lectura. Otro estudio dirigido por Deutsch y colaboradores (2003) constató a través de un estudio de caso realizado a un estudiante con dificultad lectora, que la zona del cerebro implicada en la actividad lectora, cuya zona era el lóbulo prefrontal, se presentaba poco activa. Al



comparar la neuroimagen del mismo estudiante luego de realizar el protocolo de juego de FFW, se observa que esta misma zona presentaba mayor actividad y era sostenida en el tiempo. De ahí la necesidad de, a la luz de la evidencia presentada, buscar alternativas que generen nuevas redes neuronales y fortalezcan las ya existentes, con la finalidad de mejorar la calidad y potencial de nuestro cerebro y sus funciones.

Frente a este panorama se propone la siguiente pregunta de investigación ¿Cuál es el efecto que tiene el programa neurocientífico Fast Forward en la memoria de trabajo de los estudiantes de 5to grado de primaria de un centro educativo privado del distrito de Santiago de Surco? A partir de esta inquietud se desprende otra interrogante específica ¿En qué medida el programa neurocientífico computarizado Fast ForWord logra un incremento en los componentes de la memoria de trabajo en estudiantes de quinto de primaria de un centro educativo privado del distrito de Santiago de Surco?

Para ello se propone como objetivo general determinar los efectos del programa neurocientífico Fast ForWord en la memoria de trabajo de los estudiantes de quinto de primaria de un centro educativo privado del distrito de Santiago de Surco.

La importancia de realizar investigaciones sobre si existe un efecto positivo en los niveles de memoria de trabajo a través de un entrenamiento y utilizando tecnología, radica en que en nuestro país este campo cuenta con muy pocas investigaciones a pesar de la extensa literatura sobre la importancia de la memoria de trabajo en los procesos de aprendizaje (Daneman & Carpenter, 1980), también son pocas las propuestas que emplean programas para mejorar dicha habilidad, tal como lo mencionan Ñavincopa y Vásquez (2014). Además, el interés por esta investigación nace luego de haber aplicado el programa Fast ForWord en estudiantes de diversos colegios y observar el impacto positivo en el desarrollo de habilidades para alcanzar un mejor desempeño escolar; por lo que se consideró importante comprobar en un estudio específico, cuál podría ser el impacto en la memoria de trabajo luego de realizar un programa de entrenamiento.

Para ello, la presente investigación se organiza en cuatro capítulos fundamentales. En el Capítulo I Marco Teórico, se desarrolla el fundamento teórico, conceptual y referencial que sustenta el estudio a partir de ahondar en una breve pero profunda explicación del funcionamiento del cerebro y su capacidad de adaptación a determinadas experiencias de aprendizaje con la finalidad de fortalecer las habilidades cognitivas. En el Capítulo II Marco Metodológico, se explica y fundamenta el diseño de la investigación realizado en el estudio teniendo en cuenta el planteamiento del problema y los objetivos propuestos. Mientras que en el Capítulo III Análisis y Discusión de

Resultados, se presentan y analizan los datos recabados antes y después de la intervención realizada; asimismo, se confrontan los hallazgos con estudios similares . Finalmente se da a conocer las conclusiones y las recomendaciones del estudio.



## CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se hace una revisión de antecedentes centrados en el impacto de la memoria de trabajo en el contexto educativo. A continuación, se presentan las bases científicas a través de una descripción de las funciones ejecutivas y sus componentes con especial énfasis en la memoria de trabajo y plasticidad neuronal. El capítulo cierra con una sucinta presentación del programa neurocientífico Fast ForWord.

### 1.1 Antecedentes de la investigación

Para esta tesis se revisaron diversos estudios que se detallarán a continuación. Algunos estudios fueron realizados a nivel internacional sobre la variable memoria de trabajo y otros sobre la memoria auditiva inmediata en el caso de investigaciones nacionales, pues esta memoria es evaluada con las pruebas que se utilizan en nuestra investigación para medir las dimensiones del bucle fonológico y del ejecutivo central, por ello dichos estudios guardan similitud a lo planteado en este estudio. “En ocasiones encontramos investigaciones que utilizan el término memoria auditiva inmediata que sería una de las dimensiones de la memoria de trabajo” (Ramos, 2017).

Dentro de las investigaciones nacionales tenemos el estudio cuasi experimental de la Pontificia Universidad Católica del Perú realizado en el año 2013 por Mariana Ñavincopa y Ruth Vásquez (2014) quienes plantearon como objetivo demostrar la efectividad del programa MR-4 en el mejoramiento de la memoria auditiva inmediata en 30 estudiantes de cuarto grado de primaria de una institución educativa privada del distrito de San Miguel. La implementación del programa se dio en un periodo de dos meses, desarrollando 24 sesiones de 30 minutos cada una.

Para dicho estudio el instrumento empleado para recopilar los datos antes y después de la intervención del programa MR-4 fue el Test de Memoria Auditiva

Inmediata de Cordero Pando, dicho test permite evaluar diferentes habilidades de la memoria en tres subtest, tales como la cantidad de información recordada luego de escuchar un suceso, recordar una secuencia de dígitos en orden tanto directo como inverso y escuchar parejas de palabras para luego recordar cuál es la palabra que se asocia a la que el evaluador dictaba.

De acuerdo con los resultados propuestos en este estudio, se observó que luego de estar expuestos al programa MR - 4, los estudiantes tanto del grupo experimental como del grupo control presentaron cambios frente al pretest  $d=0.73$ , consideraron que quizá por el nivel maduracional de los estudiantes el grupo control presentó mejoras sin estar expuesto a la intervención. Sin embargo, los resultados confirman que el programa tuvo un impacto positivo en la memoria.

Cabe señalar que el estudio concluye en que el efecto del programa en la memoria auditiva inmediata en el grupo experimental tuvo una diferencia significativa  $d>1.2$  en el subtest de retención de dígitos directos e inversos en comparación al grupo control.

Otro estudio realizado en Perú sobre memoria de trabajo que, aunque se realizó con una muestra de adultos mayores, puede contribuir como referente teórico, ya que ambas investigaciones utilizaron instrumentos de medición similares a nuestro estudio tales como retención de dígitos: inversos y directos, para medir la memoria de trabajo como variable. Esta investigación se desarrolló en la región de Arequipa y fue realizada por los psicólogos Jessica Valencia y Marcio Soto (2014) de la Universidad Católica San Pablo, junto con la psicóloga Priscilla Morante (2014) de la Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, dicho estudio fue publicado en la Revista de Psicología, Año 1, Número 1 en el 2014. El tema de la investigación fue "La velocidad de procesamiento y memoria de trabajo en adultos mayores: implicancias para el envejecimiento cognitivo normal y patológico" (2014). La muestra que consideraron para dicha investigación fue de 87 adultos de edades entre 55 y 75 que tuvieran un nivel educativo no menor a seis años de escolaridad. El criterio de exclusión que tomaron en cuenta fue: no presentar antecedentes de enfermedades neurológicas, no presentar enfermedades psiquiátricas, no haber tenido traumas craneo encefálicas ni demencia.

Al evaluar los resultados, el estudio concluye que, al comparar diferencia de género, mostraron que no se evidenciaba una diferencia significativa en la memoria de trabajo mientras que en velocidad del procesamiento de la información sí había diferencias significativas. Sin embargo, al comparar la edad en dos grupos, uno mayor y

otro menor de 63 años sí se mostraba una diferencia significativa tanto en memoria de trabajo ( $p < 0.01$ ) como en la velocidad del procesamiento ( $p < 0.01$ ). Finalmente, tomaron la variable nivel educativo y al comparar los resultados hallaron diferencias significativas en los diferentes niveles de educación ( $p < 0.01$ ), por lo que las personas con instrucción superior tenían mejor rendimiento en las pruebas.

Hallamos otro estudio realizado por investigadores de la Pontificia Universidad Católica del Perú, Amaia Marimón y Anaís Méndez, quienes desarrollaron la tesis “La memoria auditiva inmediata en niños con habilidad y dificultad en la comprensión lectora de 6to grado de educación primaria del la I.E San Pedro de Chorrillos” en el año 2013. En dicho estudio se consideró una muestra de 76 alumnos y se emplearon como instrumentos de evaluación la prueba de Memoria Auditiva Inmediata M.A.I. y la Batería de Evaluación de los Procesos Lectores revisada PROLEC-R, ambos instrumentos adaptados en Lima Metropolitana. Los resultados de dicho estudio concluyen que “la comparación realizada entre los dos grupos diferenciados respecto a la memoria auditiva inmediata no resultó estadísticamente significativa” (Marimón & Méndez, 2013 p. 9).

Por otro lado, encontramos un estudio de Juan Yaringaño de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos realizado en el 2009, dicha tesis plantea el estudio de la “Relación entre la memoria auditiva inmediata y la comprensión lectora, en alumnos de quinto y sexto grado de primaria en Lima y Huarochirí”. Para esta investigación se consideraron 228 estudiantes de dos instituciones educativas estatales de los distritos de San Juan de Lurigancho (Lima) y de San Mateo (Huarochirí). Se emplearon como instrumentos de evaluación, la prueba de complejidad lingüística progresiva - CLP nivel 5 y 6 así como la prueba de memoria auditiva inmediata - MAI. Al ser una muestra numerosa, se aplicaron los instrumentos de evaluación de manera colectiva. En la interpretación de los resultados de este estudio, concluye que: “en el logro de la comprensión lectora juega un papel importante la memoria auditiva inmediata y de manera específica la memoria lógica tendría más importancia en la comprensión de un texto.” (Yaringaño, 2009).

Ramos (2017) en su tesis con la que obtuvo el Grado de Maestra en Problemas de Aprendizaje por la Universidad César Vallejo, titulada: “Memoria auditiva inmediata y comprensión lectora en niños de tercer grado de primaria de una institución educativa, Villa el Salvador, Lima 2016”. Con una población y muestra de 142 estudiantes se realizó un estudio correlacional entre la memoria auditiva inmediata y la comprensión lectora. Para medir la memoria auditiva inmediata empleó la Prueba de Memoria Auditiva

Inmediata, MAI y para medir la comprensión lectora utilizó la prueba de complejidad lingüística progresiva elaborada por Allende, Condemarín y Milicic de 1991 (Ramos 2017, p. 45). Los hallazgos del estudio confirman que la memoria auditiva inmediata, la memoria lógica, la memoria numérica y la memoria asociativa están relacionadas altamente significativa la relación con la comprensión lectora (p. 71).

En cuanto a las investigaciones internacionales, encontramos un estudio que muestra que los niños bilingües desarrollan más la memoria de trabajo. Dicho estudio fue realizado en el 2012 por el Departamento de Psicología Experimental de la Universidad de Granada, España y por el Departamento de Psicología de la Universidad de York, Canadá. Los investigadores Julia Morales, Alejandra Calvo y Ellen Bialystok comparan los resultados de dos estudios realizados en niños de 5 a 7 años para conocer el desempeño de niños bilingües en comparación de niños monolingües en la realización de tareas que requieren de la memoria de trabajo. Los bilingües superaron a los monolingües en general. Ambos estudios concluyen al mostrar una ventaja para los niños bilingües en la memoria de trabajo, especialmente evidente cuando la tarea contiene demandas adicionales de la función ejecutiva (Morales, Calvo y Bialystok, 2012).

En la investigación realizada por Li, Legault y Litcofsky (2014) constataron gracias a neuroimágenes que sí hay neuroplasticidad al aprender lenguas, y concluyen que experiencias relacionadas con una lengua no son la única experiencia que induce a la neuroplasticidad estructural, y que esta puede ocurrir siempre y cuando se den experiencias relevantes que proporcionen suficiente estímulo al cerebro ya sean tanto del lenguaje como de actividades sin lenguaje. En el caso de nuestro estudio, se dan ambas experiencias en el programa a manera de juego, es por ello por lo que nos parece relevante esta investigación ya que muestra neuroimágenes que evidencian cambios de la zona frontal y prefrontal del cerebro viéndose beneficiada la memoria de trabajo tal como se menciona en el reporte de investigación.

Los neurocientíficos Jaeggi, Bushckuehl, Jonides y Shah (2011) de la Universidad de Michigan realizaron una investigación en la que intervinieron a un grupo de estudiantes de primaria, así como de los grados 7, 8 y 9 que fueron entrenados con n-back, juego computarizado especializado en trabajar la memoria de trabajo frente a un grupo que continuó con tareas en las que no se requería entrenamiento de la memoria de trabajo. Los investigadores encontraron que solo los estudiantes involucrados en el juego

n-back<sup>1</sup> de entrenamiento del cerebro tuvieron evidentes avances en razonamiento abstracto y resolución de problemas que persisten luego de tres meses de haber terminado el entrenamiento frente al grupo control que no evidenció estos resultados. Cabe resaltar que este juego de video requiere de concentración total, teniendo el estudiante que ser capaz de bloquear las distracciones y concentrarse en solo una tarea. Los autores remarcaron que los estudiantes que obtuvieron mayores beneficios fueron aquellos que realmente lo requerían, así como los que no encuentran este tipo de juegos frustrantes (Jaeggi , Buschckuehl, Jonides & Shah, 2011).

Continuando con investigaciones sobre el efecto del entrenamiento de la memoria de trabajo en las personas, el grupo de investigadores, Martin Buschckuehl, Luis Hernandez García, Susanne Jaeggi, Jessica Bernard y John Jonides (2014) aplicaron nuevamente el programa computarizado n-back por siete días consecutivos y un promedio de juego de 20 minutos por día, a un grupo de 69 jóvenes, de los cuales fueron excluidos del estudio 14, quedando 55 personas jóvenes (mujeres entre 21 y 23 años), con un grupo control de 28 y experimental de 27 mujeres respectivamente. El estudio tuvo como objetivo ver los efectos en el cerebro luego del entrenamiento de la memoria de trabajo, es decir, analizó los cambios a nivel neurológico, los cuales fueron evidenciados en las imágenes obtenidas de scans antes y después del entrenamiento. Así se constató qué zonas del cerebro se activan y fue contrastado con los resultados del pretest y post test del grupo control. Ambos grupos fueron evaluados tanto el n-back auditivo como en el visoespacial, antes de ser expuestos a sus programas de intervención. El grupo control se expuso a un programa computarizado de preguntas y alternativas para escoger las respuestas, que también se ha usado en investigaciones realizadas por Anguera J, Bernard J, Jaeggi S, Buschckuehl M, Benson B, Jennett S, Humfleet J, Reuter -Lorenz P, Jonides J, Seidler R en el 2012 (citado por Buschckuehl et al., 2014) y el experimental al programa de entrenamiento de la memoria de trabajo, n-back. Se evidenció un incremento en la actividad del grupo experimental en el área derecha de Brodmann (BA 6 y BA19).

Existe una extensa literatura que demuestra que la capacidad de memoria de trabajo es un fuerte predictor de diferencias individuales en la inteligencia fluida y las funciones ejecutivas (Engle et al., 1999) y un predictor de una gama amplia de

---

<sup>1</sup> Juego en línea para evaluación y entrenamiento de la memoria de trabajo que cuenta con una prueba/task (evaluación y tareas) que mide la atención sostenida y la impulsividad. Utilizado por la neurociencia cognitiva para medir un parte de la memoria de trabajo y la capacidad de memoria de trabajo

habilidades cognitivas, incluyendo comprensión lectora (Daneman & Carpenter, 1980), adquisición de lenguaje (Baddeley, 2003), resolución de problemas no verbales (Logie, Gilhooly & Wynn, 1994) y algunos dominios de habilidades de razonamiento específico (Kane, Hambrick, Tuholski, Whilhem, Payne & Engle, 2004).

Asimismo, investigaciones realizadas en una población de 53 estudiantes suecos con diagnóstico de trastorno de déficit de atención e hiperactividad (TDAH) aplicando un software o programa computarizado creado para elevar la memoria de trabajo y aplicado de manera sistemática; concluyeron que la memoria de trabajo puede mejorar debido al entrenamiento de estudiantes con TDAH. Este entrenamiento también mejora la respuesta inhibitoria y razonamiento y en la reducción de intensidad de síntomas del TDAH descrita por parte de los padres de los estudiantes (Dahlstrom, Fernell, Forsberg, Gillberg, Gustafsson, Johnson, Klingberg, Olsen & Westerberg 2005 citado por De la Puente y Valencia, 2017).

Por otro lado, encontramos otro estudio realizado en Suecia, denominado “Efectos de un programa computarizado en niños y niñas con necesidades educativas especiales” (Dahlin, 2010). Dicho estudio se realizó en estudiantes de educación primaria que requerían de educación diferenciada, y además presentaban trastorno de déficit de atención con hiperactividad - TDAH. El programa se aplicó por un periodo de 5 semanas, 5 días a la semana por un tiempo entre 30 y 40 minutos diarios, a un total de 54 estudiantes de 3ro. a 5to. grado. El grupo de estudio contó con 11 niñas y 46 niños de diferentes escuelas, el grupo experimental estuvo conformado por 42 estudiantes y el grupo control por 15 estudiantes, tomaron en cuenta la edad y género de los estudiantes para el análisis de los resultados del pretest y post test. Los autores luego en su informe admiten que esta distribución no les fue adecuada para la investigación por la diferencia de estudiantes en el grupo control y experimental. El programa aplicado para este estudio es RoboMemo, “desarrollado para mejorar la memoria de trabajo de niños y niñas con TDAH” (Lingberg, Forsberg, y Westerberg, 2002, Kilgberg, et al., 2005, citado por Dahlin, 2010). El estudio concluye que el entrenamiento de la memoria de trabajo tiene efectos y que estos efectos son efectivos y beneficios para el desarrollo de la comprensión lectora de niños y niñas. Además la medida de la memoria de trabajo tiene relación con la lectura de la palabra y la comprensión de la lectura de niñas y niños. Por último, los resultados muestran que la memoria de trabajo puede ser un factor crucial en el desarrollo de la capacidad lectora de niños y niñas con necesidades educativas especiales y que la



intervención para mejorar la memoria de trabajo puede ayudar a que se vuelvan mejores lectores y que tengan una mejor comprensión.

En un estudio realizado por Isabel Orjales (2000) se plantea la relación del desempeño de las funciones ejecutivas y el TDAH en estudiantes entre los 8 y 10 años. En su informe se refiere al Modelo Híbrido de las Funciones Ejecutivas de Barkley (1997). Este modelo explicado en su libro ADHD The nature of control (Barkley, 1997), explica que son cuatro las funciones ejecutivas que tendrían mayor correlato neurobiológico que se encuentran afectadas en niños y niñas con TDAH (Orjales, 2000).

Estas funciones ejecutivas serían:

1. La acción de la memoria de trabajo (o memoria de trabajo no verbal), que sería la que permite que uno pueda “retener” la información para luego reproducirla una vez que el estímulo ya no esté. Así como brindar la capacidad de calcular los tiempos y así poder prevenir. Sería esta memoria que le permitiría poder imitar un comportamiento nuevo a partir de la observación una vez que ya no esté el estímulo.

2. El habla autodirigida o encubierta (o memoria de trabajo verbal) esta memoria de trabajo es la que permite que una persona se autorregule siguiendo la reglas. Aprende las reglas y las puede seguir por sí solo.

3. El control de las emociones y el estado de alerta, que estaría siendo la función que nos permite regular las emociones según las situaciones a la que estemos expuestos y poder continuar para llegar a nuestro objetivo final sin distraernos con emociones o motivaciones nuevas.

4. El proceso de reconstitución, que implica la flexibilidad cognitiva la cual nos permite cambiar y generar comportamientos nuevos ante situaciones que lo requieran.

Según el modelo de Barkley y la propuesta de Orjales en este estudio intentaría enfocarnos en un plan terapéutico que contemple los cuatro factores descritos acompañados según sea el caso del apoyo emocional y farmacológico (Orjales 2000).

### **1.1.1. Funciones ejecutivas**

Muriel Lezak, tomando los estudios de Alexander Luria realizados en los años 60 sobre el funcionamiento del cerebro, difundió el término de funciones ejecutivas, inicialmente utilizado por Joaquín Fuster y siendo recientemente empleado por su implicancia en los procesos sociales y afectivos (Echevarría, 2017). “Más allá de ser un

constructo teórico, las funciones ejecutivas constituyen una realidad como confirman los estudios de neuroimagen funcional y las lesiones del área prefrontal” (García & Portellano 2014, p. 143).

Las funciones ejecutivas se han definido en investigaciones como las de García Molina, Enseñat-Cantallops, Tirapu –Ustárrroz y Roig-Rovira (2009, p. 435) como los procesos cognitivos que tienen como objetivo controlar y regular los comportamientos. La corteza prefrontal sería el lugar del cerebro donde las funciones ejecutivas se van desarrollando y gracias a estudios de tipo anatómico los investigadores han podido determinar su organización y funcionamiento. Dicha corteza estaría a cargo de integrar todas las funciones de respuesta y recepción, luego de recibir y enviar la información de todos los sistemas sensoriales y motores (García Molina et. al 2009).

Otro nombre para las funciones ejecutivas sería control cognitivo tal como lo menciona Diamond (2006), citando a Miller y Cohen (2001). En todo caso los investigadores coinciden que las funciones ejecutivas se requieren en situaciones que incluyan un propósito u objetivo, concentración, planeamiento, resolución de problemas, coordinación, cambio, escoger conscientemente entre alternativas o una situación que implique una fuerte presión interna o externa.

**a. Componentes de las funciones ejecutivas:**

Según Diamond y Ling (2016) las habilidades cognitivas que componen las funciones ejecutivas serían las que se detallan a continuación:

La inhibición, que vendría a ser la habilidad para ignorar distracciones y mantenerse enfocado y resistir el dar respuestas a otros estímulos permaneciendo en el que estás.

La memoria de trabajo es uno de los elementos que interviene de manera decisiva en el razonamiento y se define como la habilidad de mantener información en la mente y manipularla.

La flexibilidad cognitiva es la habilidad de flexibilizar y cambiar perspectivas, enfocar la atención o mapeos como respuesta.

Es importante mencionar que durante la infancia y la adolescencia es donde se genera un gran desarrollo de redes neuronales en la zona prefrontal del cerebro, es decir las funciones ejecutivas estarán íntimamente relacionadas con el desarrollo cognitivo de la persona, así como de su desarrollo conductual a nivel social en periodos de latencia de desarrollo neuronal.

Estudios recientes concluyen que las funciones ejecutivas se desarrollan en dos fases. En la primera que se da entre los primeros años de vida, las capacidades básicas emergen con el objetivo de permitir un adecuado control ejecutivo mientras que en la segunda fase se da lugar a un proceso de integración en el cual se coordinarán las capacidades básicas que han emergido (García Molina et al., 2009).

En las últimas décadas el estudio del lóbulo frontal y prefrontal han demostrado la importancia que tiene esta región sobre la conducta del ser humano y sobre el control de los procesos cognitivos ya que permiten la ejecución de operaciones cognitivas específicas, tales como la memoria, la metacognición, el aprendizaje, el razonamiento y la resolución de problemas.

En un estudio longitudinal realizado en personas entre 4 a 22 años, Giedd, Blumenthal, Jeffrie, Castellanos, Liu y Zijdenbos (1999) indicaron que la materia gris en el lóbulo frontal aumenta en volumen desde la infancia.

Tomando en cuenta que los estudios demuestran “que la memoria de trabajo es un componente esencial del sistema atencional operativo que permite trabajar contenidos en línea” (García & Portellano 2014, p. 152) y que las teorías de desarrollo estarían indicando que durante la infancia y la adolescencia se estarían dando cambios que implican formaciones anatómicas, por lo que se han considerado periodos claves para dichos cambios. Estos periodos son descritos por García y Portellano (2014) en los siguientes:

Periodo de 0 - 4 años, donde se da un desarrollo más lento de las funciones ejecutivas y se estarían observando en el primer año, a partir de los 6 meses aproximadamente un recuerdo de representaciones simples y a partir de los 8 meses ya pueden mantener información en línea llegando al año siendo capaces de suprimir respuestas. La inhibición se observa a partir de los 18 meses logrando a los 2 años a mantener y manipular la información sumado a la capacidad de inhibir respuestas lo que le permite tener un cierto control de su conducta. A partir de los 3 años estaría listo para mostrar flexibilidad mental y la capacidad de orientarse en el futuro, ya a los 4 años son capaces de establecer autorregulación, es decir la capacidad metacognitiva.

Periodo de 5 -12 años, los autores consideran que este periodo que es álgido de desarrollo en los elementos que integran las funciones ejecutivas. La autorregulación y el desarrollo del lenguaje interior serían las capacidades que deberían desarrollarse con mayor fuerza ya que estarían incidiendo en su comportamiento y conducta sin necesidad que el entorno lo regule.

Nuestra investigación se realizó con estudiantes de 5to grado de primaria con una edad promedio de 11 años pues es hasta los 12 años que la memoria de trabajo es uno de los elementos más importantes de desarrollar para que las personas lleguen a la adolescencia con una capacidad metacognitiva que les permita una adecuada modulación conductual.

Periodo de 12 - 20 años, etapa donde se estarían consolidando las funciones ejecutivas. El lenguaje, la autorregulación e inhibición serían los procesos que seguirán desarrollándose en esta etapa y debería lograr a los 12 años un equilibrio en cuanto a su organización, para llegar a los 20 años aproximadamente con la consolidación del desarrollo de las funciones ejecutivas.

#### **b. Definición de memoria de trabajo**

En la búsqueda de hallar diferencias entre la memoria de largo plazo y la memoria de corto plazo, surgió la investigación de los neurocientíficos Alan Baddeley y Graham Hitch en 1974 donde los sujetos debían mantener dígitos del cero al ocho mientras realizaban al mismo tiempo tareas que dependieran de la memoria de trabajo. Ante los resultados obtenidos donde los sujetos presentaban dificultades al ejecutar las tareas cognitivas, propusieron dividir lo que se creía como sistema único de memoria de corto plazo en tres componentes. Por lo que dichos autores presentaron el modelo de memoria de trabajo con tres componentes: un controlador atencional llamado ejecutivo central, el bucle fonológico y la agenda visoespacial (Baddeley, 2003). Dicho modelo se constituye como el referente principal del modelo de memoria de trabajo de múltiples componentes dejando atrás un sistema único de memoria. Así encontramos la explicación sobre la memoria de trabajo de John Anderson “Si intentamos mantener demasiados elementos en la memoria de trabajo, para cuando volvamos a repasar al primero ya no estará disponible en el almacén fonológico” (Anderson, 2001, p. 181).

Como ya se ha definido anteriormente la memoria de trabajo “es un componente esencial del sistema atencional operativo que permite trabajar contenidos de la memoria en línea, guiando y planificando el comportamiento dirigido a fines” (García y Portellano 2014, p152). Asimismo, Etchepareborda y Abad (2005) definen a la memoria de trabajo como la capacidad que nos permite recordar y evocar diversos hechos de diferentes experiencias pasadas por medio de los procesos neurobiológicos, tanto del almacenamiento de la información como de la recuperación de hechos. Ambos procesos

son indispensables para el aprendizaje en sí y sobre todo para el desarrollo del pensamiento.

Teresa Torralva y Facundo Manes de Instituto de Neurología Cognitiva de Buenos Aires (s.f.) en su artículo “Funciones ejecutivas y trastornos del lóbulo frontal” advierten que:

El rol central de los lóbulos frontales en la memoria de trabajo es el de control y manipulación de la información on-line. El rol de los lóbulos frontales es mayor a medida que la información on-line presenta mayores interferencias o excede la capacidad de la memoria de trabajo. La corteza dorsolateral está involucrada en el monitoreo y manipulación de la información. El rol de la corteza orbitofrontal es menos claro, con algunas hipótesis relacionándola con el mantenimiento, el control de interferencias y la inhibición. Algunas de las pruebas más utilizadas para la evaluación de la memoria de trabajo son: la repetición de dígitos en su forma inversa o tareas de span espacial. (Torralva y Manes, s.f.)

Según el artículo Memoria y funciones ejecutivas de Tirapu-Ustárróz y Muñoz-Céspedes (2005), definen la memoria de trabajo como un sistema que mantiene y manipula la información de manera temporal, por lo que interviene en importantes procesos cognitivos como la comprensión del lenguaje, la lectura y el razonamiento. Los componentes de la memoria de trabajo son:

El bucle fonológico, el cual reside en el lóbulo prefrontal izquierdo, así como en el giro supramarginal izquierdo ubicado en el lóbulo parietal y en el área de Broca. Es el que procesa información auditiva ya sea de inputs externos como del interior del propio sistema cognitivo. Está encargado de mantener activa y manipular la información presentada por medio del lenguaje, es decir, tareas puramente lingüísticas, como la comprensión, la lectoescritura o la conversación, así como en el manejo de palabras, números o descripciones (Baddeley, 1986). Este se divide en dos componentes: Un componente es el almacén fonológico que puede sostener o retener información acústica y fonológica por pocos segundos, y el otro componente es el de llevar a cabo el proceso del repaso articulatorio. La recuperación y la rearticulación se utilizan para actualizar los rastros de memoria, y el lapso de la memoria de trabajo está limitado por la cantidad de material que puede articular antes de que el primer ítem desaparezca del almacén. Asimismo, la recuperación de la información en este componente se realiza en series inmediatas de grupos pequeños, por lo que cabe mencionar también que la longitud de

las palabras y la similitud entre los ítems influyen fuertemente en el rendimiento en las pruebas de memoria de trabajo verbal (Baddeley, 2003).

La agenda visoespacial reside en el lóbulo prefrontal derecho, así como en el parietal y occipital. Es un subsistema de la memoria de trabajo cuya función es integrar información espacial, visual y posiblemente kinestésica de una representación unificada. Está encargada de preservar y procesar información visual y espacial, tanto de estímulos visuales externos como de la propia mente. Es un componente complejo debido a que lo visual y espacial son procesos independientes que interactúan fuertemente. Baddeley (2003) quien plantea que este sistema estaría involucrado en tareas de lectura diaria, manteniendo la representación de la página y que permanezcan estables facilitando tareas como el movimiento de los ojos con precisión desde el final de una línea al inicio de la siguiente página.

El ejecutivo central reside en el lóbulo prefrontal y es el que gobierna los sistemas de memoria, las funciones que realiza son las de distribuir la atención que se asigna a cada una de las tareas a realizar, así como vigilar la atención de la tarea y su ajuste a las demandas del contexto. Es el responsable de la selección y el funcionamiento de estrategias, de la planificación y de la coordinación de las actividades, donde la conducta habitual es controlada por estructuras bien aprendidas.

Los procesos ejecutivos son probablemente uno de los principales factores que determinan diferencias individuales en el lapso de la memoria de trabajo (Daneman & Carpenter, 1980). “Este concepto de ejecutivo central tiene íntima relación con el sistema atencional supervisor (SAS) propuesto por Norman y Shallice en la década de los 80” (Torralva y Sarria, s.f).

Cabe mencionar que el bucle fonológico y la agenda visoespacial son dos sistemas subordinados, controlados por el ejecutivo central, el cual se encarga de controlar y coordinar el funcionamiento de los componentes antes mencionados.

La memoria de trabajo es susceptible a las interferencias y almacena alrededor de 7 unidades de información ya sean números, palabras o letras. En ese sentido, es un proceso vulnerable, de carácter de flexibilidad y que favorece la recepción de nueva información (Etchepareborda & Abad, 2005).

Baddeley agrega luego, en el 2000, un nuevo componente para su modelo, este sería el buffer episódico (Baddeley, 2003) “para poder dar cuenta de la última capacidad un cuarto componente de la memoria de trabajo ha sido propuesto: el buffer episódico,

un almacén de capacidad limitada que une información para formar episodios integrados” (Baddeley, 2003).

Nuestro estudio plantea evaluar solo las tres dimensiones de la memoria de trabajo sin incluir la de buffer episódico, pues aún no se han realizado investigaciones que la incluyan.

### **1.1.2. Definición de plasticidad cerebral**

La neuroplasticidad es una propiedad del sistema nervioso, lo cual nos indica que el sistema nervioso no está concluido; que cambia dinámicamente en respuesta a la estimulación sensorial, cognitiva o el aprendizaje (Aguilar et al, 2010).

Antiguamente se creía que las estructuras neurales del ser humano eran rígidas y sin posibilidad de algún cambio. Por lo que, se consideraba que los cerebros podrían adaptarse a los cambios solo en etapas de la infancia y de la adolescencia; sin embargo, con estudios más recientes ha quedado descartada esa teoría.

Apoyándonos en la neuroplasticidad en la que el cerebro se adapta constantemente, Goldberg (2009) remarca que coincide con otros investigadores que dicha capacidad neuroplástica se va perdiendo desde la infancia hasta la adultez. Asimismo nos recuerda al neurocientífico del siglo veinte Ramón y Cajal quien fue el pionero en las neurociencias.

A través del tiempo, luego de buscar nuevas formas y métodos para remodelar el sistema nervioso de los seres humanos, fue Ernesto Lugaro (1906) quien empleó la terminología plasticidad cortical, pero luego Donald Hebb a la mitad del siglo XX fue quien demostró en sus estudios que mediante la experiencia el cerebro pasaba por un proceso de remodelación sináptica (Fidias, Leon-Sarmiento, Bayona-Prieto & Cadena 2008).

La neuroplasticidad es un proceso que representa la capacidad del sistema nervioso de cambiar su reactividad como resultado de activaciones sucesivas (Garcés-Viera & Suárez-Escudero, 2014). La plasticidad neuronal se puede llevar a cabo a partir del entrenamiento o reforzamiento de las conexiones neuronales ya existentes, por lo que se debe tener en cuenta actividades de manera regular y sistémicas, así como un ambiente enriquecido que permitan estimular las conexiones nerviosas con la capacidad de modificar el estado anterior, cambios y/o reorganización en el aprendizaje (Doidge, 2007).

Por otro lado, es el proceso por el cual se establece una red neuronal ya que las neuronas aumentan sus conexiones con otras neuronas de manera estable como consecuencia de la experiencia, el aprendizaje y la estimulación sensorial y cognitiva. Ante la privación de una estimulación, esta trae consecuencias negativas al desarrollo del cerebro afectando los procesos cognitivos posteriores (Aguilar et al., 2010).

Sousa (2006) citado por Marina (2012) hace referencia a la capacidad del cerebro de reorganizarse y la importancia de que los sistemas educativos tomen en cuenta esta capacidad, y así “se logre desarrollar programas de ordenador científicamente fundados que ayudan espectacularmente a los niños con problemas de lectura” (p.10).

### **1.1.3 Programa neurocientífico Fast ForWord**

De acuerdo con los avances y los aportes de las neurociencias en el campo educativo, los neurocientíficos Michael Merzenich, Paula Tallal, William Jenkins y Steven Miller quienes unieron sus conocimientos para demostrar en los laboratorios que los procesos cognitivos que influyen en el habla y el lenguaje podrían mejorar de manera permanente. Por ello, luego de varias investigaciones, crearon en 1996 un software educativo llamado Fast Forword. Dicho software fue diseñado en forma de juegos con la finalidad de ser atractivo para los niños y poder ayudar a los lectores con dificultades.

En 1994 se puso en práctica el primer estudio en la escuela de verano de la Universidad de Rutgers con la finalidad de probar la eficacia del programa, durante un periodo de tiempo de 4 semanas. Se tomó en consideración una muestra de 7 individuos, de los cuales 6 obtuvieron resultados favorables presentando mejoras sustanciales. (Scientific Learning, 2018).

Merzenich, Tallal, Jenkins y Miller en 1995 decidieron hacer un segundo estudio con una muestra mayor al primero y comparando resultados entre dos grupos. Cada grupo estaba conformado por 22 niños con las mismas características de edad, inteligencia y dificultad en el lenguaje. Un grupo estuvo expuesto al programa Fast ForWord con voz acústicamente modificada mientras que el otro grupo realizó los mismos ejercicios sin la voz modificada. Los resultados obtenidos mostraron una gran mejora en el procesamiento auditivo que llevó a que alguno de los participantes pueda ingresar al rango normal de desarrollo (Scientific Learning, 2018).



La corporación científica de Scientific Learning en California fue fundada en 1996. Al inicio los fundadores ofrecieron el programa Fast ForWord a profesionales del habla y a escuelas de América del Norte para luego expandirse a más de 40 a nivel mundial, teniendo diversos representantes en los distintos países (Scientific Learning, 2018).

Cabe mencionar que Scientific Learning brindó licencias gratuitas del programa Fast ForWord en el año 2011 para un estudio realizado en West Auckland, Inglaterra aplicado por Kelston Resource Teacher Learning and Behaviour Team. Dicho estudio se llevó a cabo en más de siete escuelas con estudiantes que tenían un retraso de dos años en la lectura. El programa de intervención se llevó a cabo durante 12 semanas con un protocolo de 40 minutos por sesión. El estudio comenzó con 82 estudiantes, pero culminaron con 79 ya que tres participantes dejaron el programa por circunstancias inesperadas. La muestra estuvo conformada por 25 mujeres y 57 hombres entre 6 años 10 meses y 16 años 3 meses, siendo el promedio de edad 10 años 7 meses. Leong, McAllum, Seeker, Noel, House, Harre, Hannant, Lyons, Tuala, Wilkinson y Hedley (2012) concluyen en el estudio Fast ForWord: A neurological approach to intervention in literacy, que el programa provee de evidencia que respalda a Fast ForWord como un programa apropiado para reunir las necesidades de aprendizaje de los estudiantes que están presentando dificultades en el aprendizaje de la lectura y para aquellos que tienen dos años de retraso en comparación con sus pares.

En ese sentido, Fast ForWord es un software de intervención cuya base neurocientífica es la neuroplasticidad que reconoce, que con cada nueva habilidad el cerebro se modifica en una escala sustancial, tanto física como funcionalmente por lo que podríamos suponer que el cerebro humano está diseñado para reinventarse y reconfigurarse a lo largo de nuestras vidas. (Scientific Learning, 2018). Así, a través de juegos, Fast ForWord construye capacidades verbales tales como conciencia fonológica, memoria de trabajo, procesamiento auditivo, conciencia fonémica. También, al ser un software de alta tecnología se ajusta a las características de cada participante. Dichos juegos están distribuidos por niveles de acuerdo con el grado escolar o la edad. Para estudiantes de 5 a 7 años se trabaja el nivel Reading Readiness, para estudiantes de 7 a 12 años se trabajan los niveles Language v2 y Language to Reading, para estudiantes de 13 años a más se trabajan los niveles Literacy y Literacy Advanced.

Fast ForWord es un programa que trabaja sobre las áreas del cerebro que intervienen en los procesos de memoria, atención, procesamiento y secuenciación

(MAPS) favoreciendo las capacidades de aprendizaje de los estudiantes a través del desarrollo de destrezas cognitivas, con ganancias significativas y efectos duraderos, en un periodo de 8 a 12 semanas (Scientific Learning, 2018) el cual está basado en los principios básicos de las neurociencias. Tales principios cumplen diferentes funciones a nivel cognitivo:

La frecuencia e intensidad en el juego nos muestran que las investigaciones neurocientíficas han demostrado que, completando una serie de tareas de aprendizaje en un marco de tiempo frecuente e intenso, el aprendizaje se acelera. La adaptabilidad en el juego indica que los ejercicios están adaptados a fin de estimular los niveles individuales de habilidad y respuestas de los estudiantes, de forma que se mantengan continuamente desafiados, pero no frustrados. El desarrollo simultáneo en el juego permite que los ejercicios favorezcan simultáneamente destrezas cognitivas importantes y habilidades para el aprendizaje y la lectura, a fin de lograr mejoras duraderas. Por último, la motivación oportuna en el juego brinda recompensas diseñadas con valores para maximizar la motivación de principio a fin durante la sesión de juego.

La memoria es esencial para el reconocimiento de palabras, la comprensión de oraciones complejas y para recordar instrucciones, Fast ForWord aumenta la memoria; tanto la de corto plazo, como la de largo plazo. Así, la atención es esencial para concentrarse en informaciones y tareas, y a la vez ignorar las distracciones.

El procesamiento es la velocidad mediante la cual un estudiante puede discriminar imágenes y sonidos del habla o su correspondencia a las letras y formas de las palabras, con el objetivo de extraer significados y comprensión. Este es un prerrequisito para la atención y discriminación fonética y la lectura. Un procesamiento adecuado permite a los estudiantes percibir y manipular la información con precisión. Fast ForWord aumenta la velocidad de procesamiento de información de los estudiantes. La secuenciación coloca elementos de información en su orden lógico y acostumbrado. En el contexto de la lectura, la secuenciación es la habilidad para determinar el orden de las letras dentro de las palabras, las palabras dentro de las oraciones y las oraciones dentro de un orden cronológico que permitirá adquirir su comprensión y coherencia. Esta es una habilidad cognitiva que depende de la memoria, la atención y el procesamiento y es esencial para la fonética, la fluidez de las palabras, la lectura y la comprensión oral. Fast ForWord mejora el reconocimiento del orden de los sonidos, las letras y los conceptos.

Etchepareborda (2003) se refiere a Fast ForWord de la siguiente manera: “Este programa ayuda a los niños a conectar las habilidades lingüísticas necesarias para

aprender a leer. Incluye las siguientes habilidades: conciencia fonológica, decodificación, reconocimiento de palabras, comprensión oral, memoria de trabajo, reconocimiento de sonido-letra, semántica y comprensión del lenguaje. Una vez que las piezas se unen, emerge la lectura”.

Luego de haber desarrollado de manera eficaz y constante cada una de las sesiones diarias de Fast ForWord, los estudiantes muestran mayor habilidad para seguir instrucciones, concentrarse y participar en discusiones dentro de un aula de clases. Al mejorar su capacidad de aprendizaje, mejoran su lectura y comprensión logrando disfrutar más de la escuela. Su autoconfianza aumenta, motivándolos hacia un mejor comportamiento y mayor sociabilidad.



## **CAPÍTULO II: MARCO METODOLÓGICO**

El marco metodológico presenta los distintos elementos que fundamentan la elección del diseño metodológico. Para ello se da cuenta del tipo de investigación, los objetivos y variables de investigación, los criterios de elección de los participantes, los instrumentos de recojo de información y las estrategias de análisis de las mismas.

### **2.1 Tipo de investigación**

La presente investigación es de tipo básica experimental causal. El tipo de investigación de este estudio es básica porque permite profundizar a través de la investigación conocimientos y teorías con la finalidad de conocer la realidad del tema que se está abordando.

El diseño considerado en este estudio es cuasi experimental. De acuerdo con el documento elaborado por Roser Bono Cabré de la Universidad de Barcelona (2012) sobre diseños cuasi experimentales señala que según Hedrick et al. (1993) la intención de este diseño es probar si existe una relación causa - efecto entre dos o más variables. "Cuando la asignación aleatoria es imposible, los cuasiexperimentos (semejantes a los experimentos) permiten estimar los impactos del tratamiento o programa, dependiendo de si llega a establecer una base de comparación apropiada". (p. 58)

### **2.2. Objetivos**

En la presente investigación se ha propuesto como objetivo general: determinar los efectos del programa neurocientífico Fast ForWord en la memoria de trabajo de los

estudiantes de quinto de primaria de un centro educativo privado del distrito de Santiago de Surco.

A partir de dicho objetivo se proponen los siguientes objetivos específicos:

- Determinar los efectos del programa neurocientífico Fast ForWord en la agenda visoespacial de la memoria de trabajo de los estudiantes de quinto de primaria de un centro educativo privado del distrito de Santiago de Surco.
- Determinar los efectos del programa neurocientífico Fast ForWord en el bucle fonológico de la memoria de trabajo de los estudiantes de quinto de primaria de un centro educativo privado del distrito de Santiago de Surco.
- Determinar los efectos del programa neurocientífico Fast ForWord en el ejecutivo central de la memoria de trabajo de los estudiantes de quinto de primaria de un centro educativo privado del distrito de Santiago de Surco.

### **2.3. Hipótesis**

A partir de la revisión bibliográfica, las autoras del presente trabajo proponen como hipótesis general de trabajo: El grupo expuesto al programa neurocientífico Fast ForWord muestra puntuaciones significativamente mayores en la memoria de trabajo a los alcanzados por el grupo no expuesto al programa.

Mientras que las hipótesis específicas son:

- Mejora el componente agenda visoespacial de la memoria de trabajo de los estudiantes expuesto al programa neurocientífico Fast ForWord.
- Mejora del componente bucle fonológico de la memoria de trabajo de los estudiantes expuestos al programa neurocientífico Fast ForWord.
- Mejora el componente del ejecutivo central de la memoria de trabajo de los estudiantes expuestos al programa neurocientífico Fast ForWord.

## 2.4. Variables

A partir de los objetivos y el diseño de investigación planteado para el presente trabajo se identifica como variable dependiente la memoria de trabajo y se operacionaliza en las siguientes dimensiones:

- Dimensión bucle fonológico - puntaje de Retención de Dígitos (Wechsler) - Es el total de la dimensión de las preguntas de dígitos (dígitos directos + dígitos inversos). Variable: ttldmd
- Dimensión bucle fonológico - puntaje de la Prueba de Rey (AVTL) - Es el total de la dimensión de las preguntas que repetían palabras (la suma de ttlavlt1 + ttlavlt2+ ttlavlt3). Variable: ttldim
- Dimensión agenda visoespacial - puntaje Cubos de Corsi - Es el total de la dimensión de las preguntas de cubos de Corsi (Corsi directo + Corsi inverso). Variable: ttdimcc
- Dimensión ejecutivo central - puntaje de la Prueba de Memoria Auditiva Inmediata (MAI), por Cordero Pando - Es el total de la dimensión de las preguntas de la repetición de párrafos. Variable: totalmai

Mientras que como variable independiente se propone el programa neurocientífico Fast ForWord. El control de esta variable en la ejecución de las sesiones del programa estuvo a cargo de la profesora de cómputo de la institución educativa donde se aplicó la investigación. Dicha profesora verificó que el trabajo se realizara sin ninguna interrupción y que los estudiantes estuvieran enfocados en el trabajo de las sesiones diarias. Cabe mencionar que Patricia de la Puente, una de las tesis, supervisó el rol de la profesora de cómputo, así como el desempeño de los estudiantes frente al programa Fast Forward.

## 2.5. Población y muestra

La población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones, Selltiz (1974) citado por Hernández, Fernández y Baptista (1991) mientras que la muestra es definida como un subgrupo de la población, Sudman (1976) citado por Hernández, Fernández y Baptista (1991). En esta investigación la población

que se consideró son 48 estudiantes de quinto de primaria de un centro educativo privado del distrito de Santiago de Surco.

Para este estudio se tomó en cuenta las teorías del neurodesarrollo, que indican que “la plasticidad cerebral intensificada se ve reflejada en tres periodos de intenso crecimiento y reorganización del cerebro: uno en los primeros años; dos, justo antes de la pubertad; y tres, alrededor de los 18 años. Durante estos periodos de plasticidad intensificada, nuevas conexiones neuronales se forjan y se reducen” (Huttenlocher, 2002 & Ramachadran 2011, citado por Shanker, 2013, p. 122).

Por ello, se consideró en esta investigación trabajar con una población de estudiantes de quinto de primaria para lo cual se emplearon los siguientes criterios de inclusión:

- Estudiantes de ambos sexos matriculados en el segundo bimestre.
- Estudiantes de 10 a 12 años que cursen el quinto de primaria.

Mientras que los criterios de exclusión que se tomaron en cuenta fueron los siguientes:

- Estudiantes con diagnóstico de TDAH.
- Estudiantes con diagnóstico de TEL.

A partir de estos criterios se consolidó la muestra de la investigación a través de un muestreo no probabilístico por conveniencia, pues el centro educativo ya tenía previamente determinados los grupos en coordinación con el Departamento Psicopedagógico, el cual seleccionó qué estudiantes conformarían las dos secciones del grado, teniendo en consideración criterios tales como habilidades cognitivas, dificultades cognitivas y patrones de conducta con la finalidad que las aulas estuvieran equilibradas. En ese sentido, se podría considerar que dicha distribución aseguraría la homogeneidad de ambos grupos y podría reducir el impacto de variables extrañas u ocultas en los resultados que se reportan en la presente investigación.

La población de 48 estudiantes fue dividida en dos secciones, cada una con 24 estudiantes para el grupo control y para el grupo experimental. Asignando como grupo experimental a los estudiantes de quinto A y como grupo de control a los estudiantes de quinto ALFA. La distribución de los estudiantes según los grupos de pertenencia (control y experimental) y según el sexo de los estudiantes se observa en la Tabla 1.

**Tabla 1***Distribución de alumnos por sexo y grupo*

	Masculino	Femenino
Control	13	11
Experimental	12	12

Las edades de los participantes se ubicaron entre los 10 y 12 años. La edad más frecuente es la de 11 años con 43 participantes, lo cual se acerca al promedio tanto para el grupo control ( $\bar{X} = 11.08$ ) y el grupo experimental ( $\bar{X} = 11.04$ ). La Tabla 2 presenta las estadísticas descriptivas de las edades de los participantes

**Tabla 2***Estadística descriptiva de la edad de los participantes*

Grupo	Promedio	Desviación estándar	Percentiles				
			0%	25%	50%	75%	100%
Control	11.08	0.29	11	11	11	11	12
Experimental	11.04	0.36	10	11	11	11	12

## 2.6. Técnicas e instrumentos

Para recoger los datos de la investigación se elaboró un Cuestionario de Evaluación de la Memoria de Trabajo para estudiantes de primaria. Para su elaboración se tomaron pruebas y subpruebas de las siguientes herramientas de evaluación ya estandarizadas. Después de su creación se sometió el cuestionario a la opinión de jueces expertos tales como neuropsicólogos y neurocientíficos especialistas en educación.

La dimensión del bucle fonológico se evaluó utilizando la subprueba de memoria de trabajo: retención de dígitos de orden directo y retención de dígitos de orden inverso de la prueba Escala de Inteligencia de Wechsler (Wisc-IV), para evaluar la dimensión de agenda visoespacial se aplicó la prueba de cubos de Corsi, asimismo para evaluar la dimensión del bucle fonológico se aplicó la prueba de aprendizaje auditivo verbal de REY y para evaluar el ejecutivo central se tomó la subprueba de memoria lógica de la prueba de memoria auditiva inmediata (MAI) de A. Cordero Pando (2009).



La prueba de Cubos de Corsi evalúa la memoria visoespacial a corto plazo y el aprendizaje de la memoria espacial de trabajo “Una de las más utilizadas es la tarea Cubos de Corsi, la cual fue desarrollada como una contraparte visoespacial de las tareas de memoria verbal inmediata, en orden progresivo (Corsi, 1972). A partir de entonces se han realizado varias modificaciones tanto en el diseño de la prueba como en el número, el tamaño y la colocación de los cubos, así como en el ritmo de administración, las secuencias, el orden de señalamiento de los cubos y los métodos de calificación” (Berch, Huha & Krikorian, 1998 citado por Guevara, Hernández-González, Hevia-Orozco, Rizo-Martínez y Almaza-Sepúlveda 2014 p. 211).

La Prueba de Aprendizaje Auditivo Verbal de REY evalúa la capacidad de retención de la información. El objetivo es medir la memoria episódica verbal a corto plazo. El evaluador lee 15 palabras, una por segundo e irá anotando el orden en que el evaluado irá mencionando las palabras, así como las palabras que pudo haber incluido en cada intento.

Luego de elaborar el cuestionario de evaluación de memoria de trabajo para estudiantes de primaria, se presentó dicho cuestionario junto con el manual de aplicación a una validación de jueces expertos. Los jueces seleccionados son profesionales en el campo de la neuroeducación, quienes también fueron profesores de Cerebrum. El cuestionario fue revisado por cinco profesionales.

- Alegre Bravo, Alberto Agustín.  
Doctor en Psicología y Magister en Neurociencias – Universidad Mayor de San Marcos  
Docente de la Universidad de Lima.  
Calificación: 18 sobre 20 / 3.6 sobre 4
- Del Castillo Arroyo, Herlita.  
Neuropsicóloga INFATEC – Instituto de terapia familiar cognitiva. Docente Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.  
Calificación: 18 sobre 20 / 3.6 sobre 4
- Gleichgerrcht, Ezequiel.  
Neurocientífico Residente Investigador del Medical University of Sout Carolina  
Calificación: 19 sobre 20 / 3.75 sobre 4

- Ligan Huamán, Katherine Susana.  
Master en Psicología Educativa  
Coordinadora Centro de Investigación de la Universidad San Ignacio de Loyola.  
Calificación: 15 sobre 20 / 3 sobre 4
  
- Otiura Trisano, Solange.  
Master en Psicología Clínica con mención en Neuropsicología – Universidad  
Peruana Cayetano Heredia  
Directora del Centro Semilla.  
Calificación: 13 sobre 20 / 2.6 sobre 4

La calificación promedio de la validación de los cinco jueces fue de 16.6 sobre 20 y de 3.31 sobre 4.

## **2.7. Análisis de datos**

Las herramientas estadísticas empleadas para este estudio fueron Excel para la digitación de los datos obtenidos en el recojo de información luego de aplicar las pruebas de entrada y de salida tanto para el grupo de control como para el grupo experimental. De igual manera, se trabajó con R Commander, que es una plataforma de interfaz gráfica para R, de licencia libre. Paquete: Rcmdr, versión: 2.4-4 de 16/04/2018. The R Project for Statistical Computing (<https://www.r-project.org>.) esta herramienta fue utilizada para la obtención de tablas, gráficos y pruebas estadísticas. El R es una herramienta estadística de software libre. Se trata de uno de los lenguajes más utilizados en investigación por la comunidad estadística, siendo además muy popular en el campo de la minería de datos, la investigación biomédica, la bioinformática y las matemáticas financieras.

## **CAPÍTULO III: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

En el presente capítulo se presentan y discuten los datos obtenidos a partir de la aplicación de los instrumentos presentados en el capítulo metodológico con el objetivo de dar cuenta del impacto del programa neurocientífico Fast ForWord en la memoria de trabajo en un grupo de estudiantes de quinto de primaria. Para ello, primero se presenta de forma descriptiva los puntajes obtenidos; mientras que para analizar los efectos de la intervención de cada dimensión y poner a prueba las hipótesis de trabajo se opta por realizar una prueba de igualdad de las variables respuesta de los grupos control y experimental antes de la intervención y un análisis descriptivo, comparativo y una prueba del efecto de la intervención en los grupos experimental y control. Para cada dimensión se define como efecto de la intervención la diferencia entre los puntajes antes y después de la aplicación del programa.

### **3.1. Análisis estadístico descriptivo de los puntajes obtenidos**

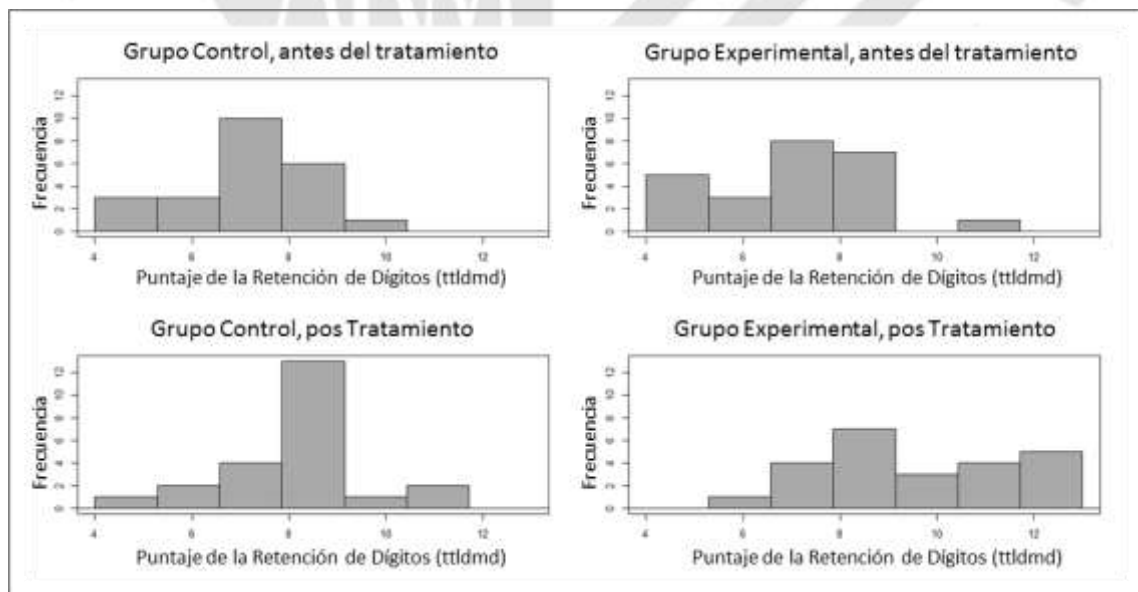
El comportamiento de las dimensiones que constituyen la memoria de trabajo antes y después de la intervención se muestran en la Tabla 3 y evidencian, a primera vista, una mejora en los promedios que podrían estar asociados a la eficacia del programa neurocientífico Fast ForWord. Sin embargo, llama poderosamente la atención que esta mejora ocurra tanto en el grupo experimental como en el grupo control. Otro aspecto que concita nuestro interés es que las medidas de dispersión se comportan de manera errática: en algunas dimensiones sube y en otras baja, en ambos grupos. Este escenario solo enfatiza la importancia y necesidad de recurrir a herramientas de análisis estadístico que permita identificar si las diferencias observadas, al menos a nivel de medida de tendencia central, son significativos.

**Tabla 3***Estadística descriptiva de las dimensiones de la memoria de trabajo*

Grupo		Antes de la intervención				Después de la intervención			
		ttldmd	ttldim	ttldimcc	totalmai	ttldmd	ttldim	ttldimcc	totalmai
Experimental	·	7.00	25.63	8.75	14.92	9.63	30.54	10.33	24.42
	DS	1.61	5.60	1.98	6.33	1.95	4.66	2.05	4.51
Control	·	7.08	25.00	7.67	15.46	7.83	25.08	8.71	16.08
	DS	1.24	5.71	1.83	5.57	2.22	7.58	1.60	6.31

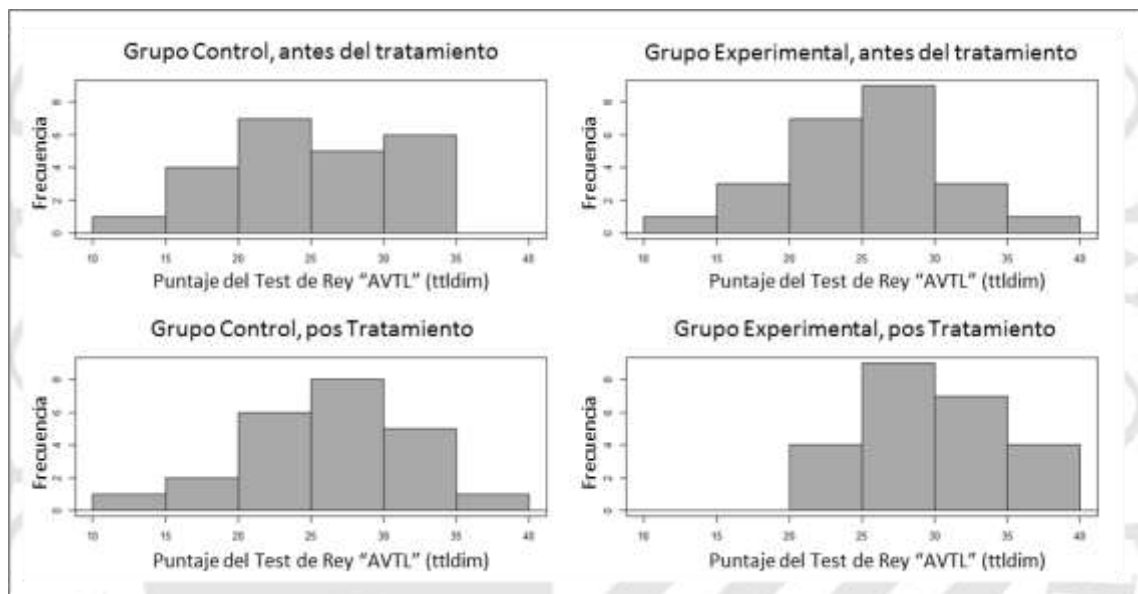
Con la intención de comparar gráficamente los resultados de ambos grupos en los momentos antes y después de la aplicación del programa Fast ForWord, también se muestran los histogramas de las dimensiones de la memoria de trabajo, a través de los cuales se puede tener una primera impresión sobre la tendencia central, dispersión, las proporciones de los distintos valores y la forma de la distribución.

La revisión de los histogramas de los puntajes de Retención de Dígitos de la escala Wechsler (Figura 1) da cuenta de la dimensión bucle fonológico y permite identificar que las distribuciones de los puntajes del grupo control, tanto antes como después del tratamiento, se acercan al comportamiento de una normal; así como un ligero desplazamiento de los puntajes hacia la derecha después del tratamiento.



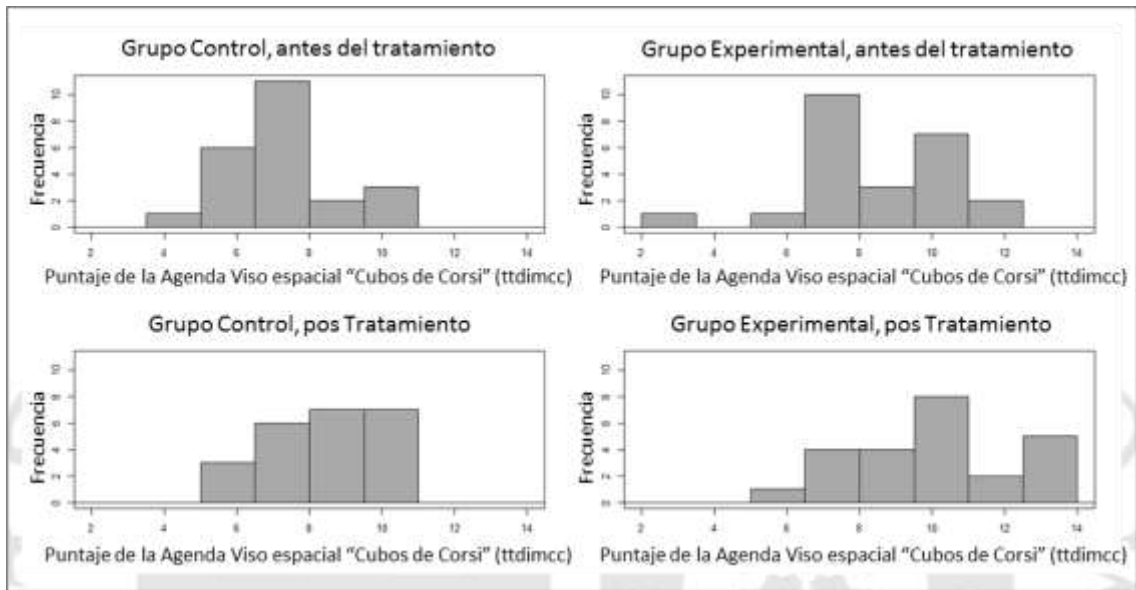
*Figura 1* Histogramas del puntaje Retención de Dígitos (ttldmd) para los grupos experimental y control antes y después de la intervención.

Mientras que la revisión de los histogramas de los puntajes obtenidos en la Prueba de Rey (Figura 2), que da cuenta de la retención de palabras para dar cuenta del bucle fonológico, permite observar una marcada transformación de los puntajes del grupo control de una distribución no paramétrica hacia una paramétrica y un marcado desplazamiento de los puntajes del grupo experimental hacia la derecha.



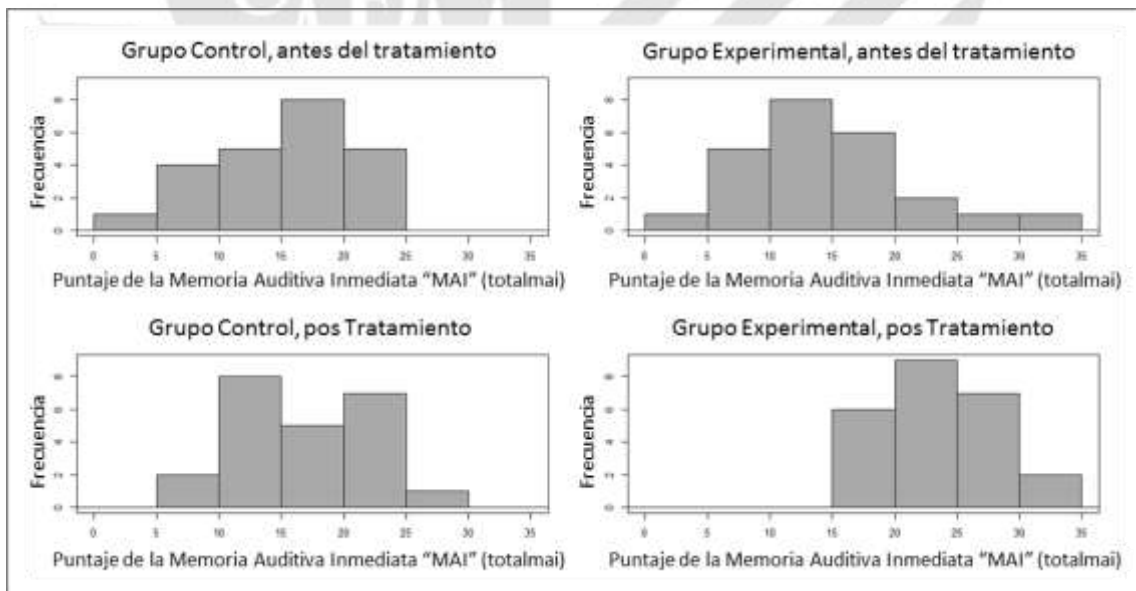
*Figura 2* Histogramas del puntaje de la Prueba de Rey -AVTL (ttldim) para los grupos experimental y control antes y después de la intervención

La revisión de los histogramas de los puntajes obtenidos a través de los Cubos de Corsi (Figura 3), de la dimensión agenda visoespacial, muestran una tendencia a disminuir la dispersión de los datos después de la intervención y en ambos grupos.



*Figura 3* Histogramas del puntaje de la agenda visoespacial Cubos de Corsi (ttdimcc) para los grupos experimental y control, antes y después de la intervención.

En tanto que los histogramas de los puntajes de Memoria Auditiva Inmediata (MAI) (Figura 4), de la dimensión ejecutiva central, sugiere un ligero desplazamiento de los puntajes hacia la derecha después de la intervención y para el grupo control, pero mucho más marcado en el grupo experimental.



*Figura 4* Histogramas del puntaje de la Memoria Auditiva Inmediata (MAI) (totalmai) para los grupos experimental y control, antes y después de la intervención.

### 3.2. Análisis de los efectos de la intervención a partir de la prueba de hipótesis.

Existen dos posibilidades al momento de realizar una prueba de igualdad de la tendencia central de una variable según la distribución de esta. Por un lado, se cuentan con pruebas paramétricas, en las que se comparan las medias; y, por otro lado, las pruebas no paramétricas, en las que se comparan las medianas. Se aplica una prueba paramétrica cuando se cumple el supuesto de normalidad; y según se tenga la condición de varianzas conocidas, desconocidas pero iguales o desconocidas pero diferentes, se aplica la prueba normal Z, la T-Student o T-Student (gl\*), respectivamente. Se aplica una prueba no paramétrica, como la de U-Mann Whitney, cuando no se cumple la condición de normalidad. Por otro lado, para determinar la normalidad de los datos se debe realizar una prueba de normalidad. Para ello se cuenta con las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y la de Shapiro-Wilk. En la presente investigación se opta por usar la prueba de Shapiro-Wilk porque el número de casos es menor a 50 (24 casos para cada grupo).

#### 3.2.1. Dimensión bucle fonológico – puntaje de Retención de Dígitos

Se tomó en cuenta la prueba de inteligencia escala de Wechsler que evalúa la atención - concentración y memoria de trabajo; a partir de la cual se prueba si antes de la intervención, las medidas de tendencia central del puntaje de Retención de Dígitos de los grupos experimental y control son iguales en los términos descritos en el apartado anterior.

**Tabla 4**

*Pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk para el puntaje de Retención de Dígitos (ttldmd) antes de la intervención*

Grupo	W	p-valor
Control	0.92238	0.07493
Experimental	0.95118	0.2872

Analizando la Tabla 4, se puede decir con 95% de confianza que no se rechaza que ambos grupos tengan el puntaje de retención de dígitos con distribución normal; mientras que al revisar la Tabla 5, se puede decir con 95% de confianza que no se rechaza que ambos grupos tengan el puntaje de retención de dígitos con varianzas iguales.

**Tabla 5**

*Prueba de igualdad de varianzas de Bartlett para el puntaje de Retención de Dígitos (ttldmd) antes de la intervención*

Varianza de ttldmd		Prueba de Bartlett		
Grupo Control	Grupo Experimental	$K^2$	Grados de libertad	p-valor
1.628458	2.608696	1.2059	1	0.2721

Probadas las condiciones de normalidad y de varianzas iguales, se procede a probar la igualdad de medias por medio de la prueba paramétrica t-Student a dos colas para varianzas desconocidas e iguales, cuyos resultados se muestran en la Tabla 6.

**Tabla 6**

*Prueba de Igualdad de medias t-Student a dos colas con varianzas iguales para el puntaje de Retención de Dígitos (ttldmd) antes de la intervención*

Medias de ttldmd		IC al 95% para la diferencia		Prueba t-Student a dos colas		
Control	Experimental	Límite Inferior	Límite Superior	t	Grados de libertad	p-valor
7.08	7.00	-0.771	0.945	0.20421	45	0.8391

El intervalo al 95% de confianza para diferencia de las medias de los grupos contiene al cero, por lo que se puede afirmar con este grado de confianza que las medias son iguales. Este hecho es también demostrado por la t-Student, cuyo p – valor = 0.8391 > 0.05, de modo que con significancia de 0.05, se acepta que antes de la intervención, las medias de ambos grupos eran iguales.



El siguiente paso es analizar si después de la intervención la medida de tendencia central del puntaje de la retención de dígitos del grupo experimental es mayor que la del grupo control para lo cual nuevamente se recurre a las pruebas de normalidad y de igualdad de varianzas para determinar el análisis estadístico adecuado.

**Tabla 7**

*Pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk para el puntaje de Retención de Dígitos (Ptldmd) después de la intervención*

Grupo	W	p-valor
Control	0.95066	0.3020
Experimental	0.94477	0.2081

La Tabla 7 muestra los resultados del análisis de normalidad y evidencian que el puntaje obtenido después de la intervención en ambos grupos tiene una distribución normal, mientras que la Tabla 8 muestra que las varianzas cumplen con la condición de homocedasticidad.

**Tabla 8**

*Prueba de igualdad de varianzas de Bartlett para el puntaje de Retención de Dígitos (Ptldmd) después de la intervención*

Varianza de Ptldmd		Prueba de Bartlett		
Grupo	Grupo	$K^2$	Grados de libertad	p-valor
Control	Experimental			
2.241107	3.809783	1.5247	1	0.2169

Dada la normalidad y homocedasticidad de los datos se procede a aplicar la prueba paramétrica T-Student con cola a la izquierda para la diferencia de la media del grupo control menos la media del grupo experimental.

**Tabla 9**

*Prueba de Igualdad de medias t-Student con cola a la izquierda con varianzas iguales para el puntaje de Retención de Dígitos (Ptldmd) después de la intervención*

Medias de Ptldmd			IC al 95% para la diferencia	Prueba t-Student con cola a la izquierda		
Control	Experimental	Diferencia	Límite Inferior	t	Grados de libertad	p-valor
8.17	9.63	-1.46	-0.596	-2.8508	45	0.00328

Los resultados presentados en la Tabla 9 sugieren que la diferencia de las medias de los grupos después de la intervención se mostró significativamente menor que el cero ( $p - \text{valor} = 0.00328 < 0.05$ ), por lo que se puede afirmar que para después de la intervención, la media del grupo control es menor que la media del grupo experimental.

A continuación, se prueba si el efecto de la intervención, definido para cada alumno como la diferencia entre el puntaje de la retención de dígitos después de la intervención menos el puntaje de este antes de la intervención, es en promedio mayor para el grupo experimental que para el grupo control.

**Tabla 10**

*Pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk para el efecto de la intervención sobre el puntaje de Retención de Dígitos (Dtldmd)*

Grupo	W	p-valor
Control	0.90062	0.02603
Experimental	0.92534	0.07675

Dado que, para el grupo control no se cumple la normalidad del efecto de la intervención sobre el puntaje de la Retención de Dígitos, se procede a aplicar pruebas no paramétricas (Tabla 10).

A seguir, se prueba si el efecto de ambos grupos es positivo, o sea si son mayores que cero. Con este objetivo, para cada grupo, se utilizan pruebas de Wilcoxon con cola a la derecha cuyos resultados son mostrados en la Tabla 11.

**Tabla 11**

*Prueba de Wilcoxon con cola a la derecha para probar el efecto de la intervención sobre el puntaje de Retención de Dígitos (Dtldmd)*

Grupo	Mediana	Media	V	p-valor
Control	1.0	1.087	179	0.0002821
Experimental	2.5	2.625	210	0.00004257

Con significancia de  $\alpha = 0.05$  para cada grupo, hay evidencias suficientes de que los efectos son significativamente positivos.

A seguir, se prueba si para la retención de dígitos el efecto de la intervención en el grupo experimental es mayor que el efecto del grupo control. Con este objetivo, para cada grupo, se utiliza la prueba de U-Mann Whitney con cola a la izquierda, como se muestra en la Tabla 12.

**Tabla 12**

*Prueba de Igualdad de efectos U-Mann Whithney con cola a la izquierda sobre el puntaje de Retención de Dígitos (Dtldmd)*

Medianas de Dtldmd			Prueba U-Mann Whitney con cola a la izquierda	
Control	Experimental	Diferencia	W	p-valor
1.0	2.5	-1.5	141	0.001724

Como resultado, con significancia de  $\alpha = 0.05$ , hay evidencias suficientes de que el efecto de la intervención en el grupo experimental es mayor que el efecto del trabajo desarrollado por el grupo control. Siendo que el efecto mediano en el grupo experimental es 1.5 puntos mayor que el efecto mediano en el grupo control.

### 3.2.2. Resultados de la dimensión bucle fonológico - puntaje de la Prueba de Rey AVTL

Se tomó en cuenta la Prueba de Rey que evalúa la capacidad de retención de la información teniendo en cuenta la repetición de palabras. Los procedimientos para analizar el impacto de la intervención en esta dimensión son similares a los realizados en el análisis de los puntajes obtenidos con la retención de dígitos.

En ese sentido se inicia el análisis con las pruebas de normalidad y de igualdad de varianzas a partir de la cual se puede elegir las pruebas estadísticas idóneas para probar la igualdad de medias tanto entre los grupos control y experimental como al interior del segundo grupo antes y después de la intervención. Precisamente la Tabla 13 muestra los resultados de las pruebas de normalidad de los puntajes de la Prueba de Rey.

**Tabla 13**

*Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para el puntaje de la Prueba de Rey AVTL (ttldim) antes de la intervención*

Grupo	W	p-valor
Control	0.95468	0.3647
Experimental	0.98439	0.9611

La prueba de normalidad indica que con 95% de confianza que no se recomienda rechazar que los puntajes de la Prueba de Rey de ambos grupos presenten una distribución normal. Por otro lado, en la Tabla 14 se observa que, con 95% de confianza, no se recomienda rechazar que las varianzas del puntaje de la Prueba de Rey sean iguales.

**Tabla 14**

*Prueba de igualdad de varianzas de Bartlett para el puntaje de la Prueba de Rey AVTL (ttldim) antes de la intervención*

Varianza de ttldim		Prueba de Bartlett		
Grupo	Grupo	$K^2$	Grados de libertad	p-valor
Control	Experimental			
33.332	31.375	0.020142	1	0.8871

Corroboradas las condiciones de normalidad y de varianzas iguales se procede a probar la igualdad de medias por medio de la prueba paramétrica t-Student a dos colas para varianzas desconocidas e iguales, cuyos resultados se muestran en la Tabla 15.

**Tabla 15**

*Prueba de Igualdad de medias t-Student a dos colas con varianzas iguales para el puntaje de la Prueba de Rey AVTL (ttldim) antes de la intervención*

Medias de ttldim		IC al 95% para la diferencia		Prueba t-Student a dos colas		
Control	Experimental	Límite Inferior	Límite Superior	t	Grados de libertad	p-valor
25.174	25.625	-3.792851	2.890678	-0.27187	45	0.787

El intervalo al 95% de confianza para diferencia de las medias de los grupos contiene al cero, por lo que se puede afirmar con esta confianza que las medias son iguales. Este hecho es también demostrado por la t-Student, cuyo p – valor = 0.787 > 0.05, de modo que con significancia de 0.05, se acepta que antes de la intervención, las medias del puntaje de la Prueba de Rey de ambos grupos eran iguales.

A continuación, se prueba si, después de la intervención, las medidas de tendencia central del puntaje de la Prueba de Rey del grupo experimental son mayor que la del grupo control. Para ello nuevamente se recurre a realizar análisis previos de normalidad e igualdad de varianzas para determinar las pruebas estadísticas de análisis.

**Tabla 16**

*Pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk para el puntaje de la Prueba de Rey AVTL (Ptldim) después de la intervención*

Grupo	W	p-valor
Control	0.98017	0.909
Experimental	0.98165	0.924

La Tabla 16 muestra que los puntajes de la Prueba de Rey tienen una distribución normal mientras que la Tabla 17 da cuenta de la homocedasticidad de las varianzas, es decir, que el error cometido por el modelo tiene siempre la misma varianza por lo que

podríamos asumir que el valor de las variables explicativas no debería afectar la varianza del error.

**Tabla 17**

*Prueba de igualdad de varianzas de Bartlett para el puntaje de la Prueba de Rey AVTL (Ptldim) después de la intervención*

Varianza de Ptldim		Prueba de Bartlett		
Grupo Control	Grupo Experimental	$K^2$	Grados de libertad	p-valor
30.33202	21.73732	0.60921	1	0.4351

A partir de la confirmación de la normalidad y homocedasticidad de los puntajes recabados se procede a aplicar la prueba paramétrica t-Student con cola a la izquierda para la diferencia de la media del grupo control menos la media del grupo experimental.

**Tabla 18**

*Prueba de Igualdad de medias t-Student con cola a la izquierda con varianzas iguales para el puntaje de la Prueba de Rey AVTL (Ptldim) después de la intervención*

Medias de Ptldim			IC al 95% para la diferencia	Prueba t-Student con cola a la izquierda		
Control	Experimental	Diferencia	Límite Inferior	t	Grados de libertad	p-valor
26.17391	30.54167	-4.36776	-1.871903	-2.939	45	0.00259

Los resultados presentados en la Tabla 18 evidencian que la diferencia de las medias de los grupos se mostró significativamente menor que el cero  $p - \text{valor} = 0.00259 < 0.05$ , por lo que se puede afirmar que, para después de la intervención, la media del grupo control es menor que la media del grupo experimental.

El siguiente paso del análisis estadístico es someter a prueba el efecto de la intervención definido para cada alumno como la diferencia entre el puntaje de la Prueba de Rey después de la intervención menos el puntaje de este antes de la intervención, es en media mayor para el grupo experimental que para el grupo control, para lo cual se someterán a análisis de normalidad e igualdad de varianzas la distribución de dicha diferencia. Así, en la Tabla 19 se observa que dichas diferencias presentan una distribución normal.

**Tabla 19**

*Pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk para el efecto de la intervención del programa Fast ForWord sobre el puntaje de la Prueba de Rey AVTL (Dttldim)*

Grupo	W	p-valor
Control	0.92195	0.07335
Experimental	0.94254	0.1858

Mientras que los resultados presentados en la Tabla 20 sugieren que el mejor estadístico para medir el efecto de la intervención es la prueba de Wilcoxon con cola a la derecha.

**Tabla 20**

*Prueba de Wilcoxon con cola a la derecha para el análisis de los efectos de la intervención sobre el puntaje de la Prueba de Rey AVTL (Dttldim)*

Grupo	Mediana	Media	V	p-valor
Control	2	1.00	131	0.07529
Experimental	4	4.92	225	0.00007

Al realizar dicha prueba se observa que con un nivel de significancia de  $\alpha = 0.05$ , para el grupo control el efecto de la intervención sobre el puntaje de la Prueba de Rey no se mostró significativamente positivo. Mientras que, para el grupo experimental, el efecto de la intervención sobre el puntaje de la Prueba de Rey sí se mostró significativamente positivo.

El siguiente paso en el análisis será someter a prueba si para el puntaje de la Prueba de Rey el efecto de la intervención en el grupo experimental es mayor que el efecto del grupo control. Con este objetivo, y dadas las condiciones de normalidad (Tabla 19) y de homocedasticidad (Tabla 20), se utiliza la prueba de t-Student con cola a la izquierda, como se muestra en la Tabla 21.

**Tabla 21**

*Prueba de Igualdad de efectos t-Student con cola a la izquierda con varianzas iguales sobre el puntaje de la Prueba de Rey AVTL (Dtldim)*

Medias de Dtldim			IC al 95% para la diferencia	Prueba t-Student con cola a la izquierda		
Control	Experimental	Diferencia	Límite Inferior	t	Grados de libertad	p-valor
1.000	4.917	-3.917	-1.895037	-3.2537	45	0.001082

Como resultado, con significancia de  $\alpha = 0.05$ , hay evidencias suficientes de que el efecto de la intervención del grupo experimental es mayor que el desarrollo del grupo control. Siendo que el efecto medio en el grupo experimental es 3.917 puntos mayor que el efecto medio en el grupo control.

### **3.2.3. Resultados de la dimensión agenda visoespacial - puntaje Cubos de Corsi**

Se tomó en cuenta la prueba de los Cubos de Corsi donde se debe señalar la secuencia numérica de los cubos a partir de lo cual se prueba si antes de la intervención la medida de tendencia central del puntaje en los Cubos de Corsi de los grupos experimental y control son iguales. Para ello se somete a análisis de normalidad e igualdad de varianzas dichos puntajes.



**Tabla 22**

*Pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk para el puntaje de la agenda visoespacial Cubos de Corsi (ttdimcc) antes de la intervención*

Grupo	W	p-valor
Control	0.94814	0.26760
Experimental	0.92398	0.07157

La Tabla 22 sugiere que con 95% de confianza no se rechaza que ambos grupos tengan el puntaje de la agenda visoespacial Cubos de Corsi con distribución normal. Mientras que la Tabla 23 sugiere, con 95% de confianza, que no se rechace que las varianzas del puntaje de la agenda visoespacial Cubos de Corsi sean iguales.

**Tabla 23**

*Prueba de igualdad de varianzas de Bartlett para el puntaje de la agenda visoespacial Cubos de Corsi (ttdimcc) antes de la intervención*

Varianza de ttdimcc		Prueba de Bartlett		
Grupo	Grupo	$K^2$	Grados de libertad	p-valor
Control	Experimental			
2.624506	3.934783	0.89321	1	0.3446

Probadas las condiciones de normalidad y de varianzas iguales, se procede a probar la igualdad de medias por medio de la prueba paramétrica t-Student a dos colas para varianzas desconocidas e iguales, cuyos resultados se muestran en la Tabla 24.

**Tabla 24**

*Prueba de Igualdad de medias t-Student a dos colas con varianzas iguales para el puntaje de la agenda visoespacial Cubos de Corsi (ttdimcc) antes de la intervención*

Medias de ttdimcc		IC al 95% para la diferencia		Prueba t-Student a dos colas		
Control	Experimental	Límite Inferior	Límite Superior	t	Grados de libertad	p-valor
7.47	8.75	-2.3384245	-0.2050538	-2.4013	45	0.02053

El intervalo al 95% de confianza para diferencia de las medias de los grupos no contiene al cero por lo que se puede afirmar, con este nivel de confianza, que las medias no son iguales. Este hecho es también demostrado por la prueba t-Student, cuyo p – valor =  $0.02053 < 0.05$ , de modo que con significancia de 0.05 se rechaza que antes de la intervención las medias del puntaje de la agenda visoespacial Cubos de Corsi de ambos grupos eran iguales.

A continuación, se analiza si después de la intervención la tendencia central del puntaje de la agenda visoespacial Cubos de Corsi del grupo experimental es mayor que la del grupo control para lo cual se someten dichos puntajes a análisis de normalidad e igualdad de varianzas.

**Tabla 25**

*Pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk para el puntaje de la agenda visoespacial Cubos de Corsi (Pttdimcc) después de la intervención*

Grupo	W	p-valor
Control	0.90611	0.03385
Experimental	0.95871	0.4131

Dado que en el grupo control no se cumple la condición de normalidad para los puntajes después de la intervención de la dimensión agenda visoespacial - Cubos de Corsi (Tabla 25), se procede a aplicar la prueba no paramétrica de U-Mann Whitney con cola a la izquierda para la diferencia de la media del grupo control menos la media del grupo experimental.

**Tabla 26**

*Prueba de Igualdad de medianas U-Mann Whithney con cola a la izquierda sobre el puntaje de la agenda visoespacial Cubos de Corsi (Pttdimcc) después de la intervención*

Medianas de Pttdimcc			Prueba U-Mann Whithney con cola a la izquierda	
Control	Experimental	Diferencia	W	p-valor
9	10	-1	143.5	0.00219

Analizando los resultados de la Tabla 26 la diferencia de las medias de los grupos se mostró significativamente menor que el cero ( $p - \text{valor} = 0.00219 < 0.05$ ), por lo que se puede afirmar que para después de la intervención la media del grupo control es significativamente menor que la media del grupo experimental.

A continuación, se analiza si el efecto de la intervención, definido para cada alumno como la diferencia entre el puntaje de la agenda visoespacial Cubos de Corsi después de la intervención menos el puntaje de este antes de la intervención es en media mayor para el grupo experimental que para el grupo control. Para ello se someten a análisis de normalidad e igualdad de varianzas la distribución de las diferencias.

**Tabla 27**

*Pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk para medir el efecto de la intervención sobre el puntaje de la agenda visoespacial Cubos de Corsi (Dttdimcc)*

Grupo	W	p-valor
Control	0.86558	0.0053
Experimental	0.95402	0.3304

A partir de los resultados presentados en la Tabla 27 se puede reconocer que la distribución de las diferencias entre los puntajes post y pre-intervención no tiene una distribución normal. Es por ello, por lo que se emplea la Prueba de Wilcoxon para probar el efecto de la intervención. Dicho análisis se muestra en la Tabla 28.

**Tabla 28**

*Prueba de Wilcoxon con cola a la derecha para analizar los efectos de la intervención sobre el puntaje de la agenda visoespacial Cubos de Corsi (Dttdimcc)*

Grupo	Mediana	Media	V	p-valor
Control	1	1.087	121	0.002738
Experimental	1.5	1.583	235	0.000193

Con significancia de  $\alpha = 0.05$ , tanto para el grupo control como para el grupo experimental, el efecto de la intervención sobre el puntaje de la agenda visoespacial Cubos de Corsi se mostró significativamente positivo.

El siguiente paso es analizar si para el puntaje de la agenda visoespacial Cubos de Corsi, el efecto de la intervención en el grupo experimental es mayor que el efecto del grupo control. Con este objetivo, y no dadas las condiciones de normalidad (Tabla 27), se utiliza la prueba de U-Mann Whithney con cola a la izquierda, tal como se muestra en la Tabla 29.

**Tabla 29**

*Prueba de Igualdad de efectos U-Mann Whithney con cola a la izquierda sobre el puntaje de la agenda visoespacial Cubos de Corsi (Dttdimcc)*

Medianas de Dttdimcc			Prueba U-Mann Whitney con cola a la izquierda	
Control	Experimental	Diferencia	W	p-valor
1.0	1.5	-0.5	208.5	0.07254

Como resultado, con significancia de  $\alpha = 0.05$ , no hubo evidencias suficientes de que el efecto de la intervención del grupo experimental sea mayor que el efecto del trabajo desarrollado por el grupo control.

### 3.2.4. Resultados de la dimensión ejecutivo central – puntaje de la Prueba de Memoria Auditiva Inmediata (MAI)

Se tomó en cuenta la Prueba de Memoria Auditiva Inmediata (MAI) que evalúa el recuerdo inmediato de ideas verbales. Previo a la prueba de si antes de la intervención la medida de tendencia central del puntaje de Memoria Auditiva Inmediata (MAI) de los grupos experimental y control son iguales, se recurrió a un análisis de normalidad e igualdad de varianzas.

El análisis de normalidad se presenta en la Tabla 30 y se observa que, con 95% de confianza, no se rechaza que en ambos grupos tengan los puntajes de la Memoria Auditiva Inmediata (MAI) tengan una distribución normal.

**Tabla 30**

*Pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk para el puntaje de Memoria Auditiva Inmediata MAI (totalmai) antes de la intervención*

Grupo	W	p-valor
Control	0.95545	0.378
Experimental	0.95865	0.412

Mientras que el análisis de igualdad de varianzas, el cual se observa en la Tabla 31, sugiere que se puede decir con un 95% de confianza que no se rechaza que las varianzas del puntaje de la Memoria Auditiva Inmediata (MAI) sean iguales.

**Tabla 31**

*Prueba de igualdad de varianzas de Bartlett para el puntaje de la Memoria Auditiva Inmediata MAI (totalmai) antes de la intervención*

Varianza de totalmai		Prueba de Bartlett		
Grupo	Grupo	$K^2$	Grados de libertad	p-valor
Control	Experimental			
31.03953	40.16667	0.36376	1	0.5464

Probadas las condiciones de normalidad y de varianzas iguales, se procede a probar la igualdad de medias por medio de la prueba paramétrica T-Student a dos colas para varianzas desconocidas e iguales, cuyos resultados se muestran en la Tabla 32.

**Tabla 32**

*Prueba de Igualdad de medias t-Student a dos colas con varianzas iguales para el puntaje de Memoria Auditiva Inmediata MAI (totalmai) antes de la intervención*

Medias de totalmai		IC al 95% para la diferencia		Prueba t-Student a dos colas		
Control	Experimental	Límite Inferior	Límite Superior	t	Grados de libertad	p-valor
15.69	14.91	-2.732757	4.290728	0.44677	45	0.6572

El intervalo al 95% de confianza para diferencia de las medias de los grupos contiene al cero, por lo que se puede afirmar con este nivel de confianza que las medias son iguales. Este hecho es también demostrado por la t-Student, cuyo  $p - \text{valor} = 0.6572 > 0.05$ , de modo que con significancia de 0.05, se acepta que antes de la intervención, las medias del puntaje de la Memoria Auditiva Inmediata (MAI) de ambos grupos se mostraron iguales.

A continuación, se prueba si después de la intervención la medida de tendencia central del puntaje de la Memoria Auditiva Inmediata (MAI) del grupo experimental es mayor que la del grupo control. Para ello se somete a análisis de normalidad e igualdad de varianzas dichos puntajes. Los resultados recogidos en la Tabla 33 evidencian que se cumplen las condiciones de normalidad.

**Tabla 33**

*Pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk para el puntaje de la Memoria Auditiva Inmediata MAI (Ptotalmai) después de la intervención*

Grupo	W	p-valor
Control	0.946	0.2413
Experimental	0.95974	0.4332

Mientras que los resultados consignados en la Tabla 34 confirman la condición de homocedasticidad; lo cual, junto a la normalidad confirmada, permite aplicar la prueba paramétrica t-Student con cola a la izquierda para la diferencia de la media del grupo control menos la media del grupo experimental.

**Tabla 34**

*Prueba de igualdad de varianzas de Bartlett para el puntaje de la Memoria Auditiva Inmediata MAI ( $P_{totalmai}$ ) después de la intervención*

Varianza de $P_{totalmai}$		Prueba de Bartlett		
Grupo Control	Grupo Experimental	$K^2$	Grados de libertad	p-valor
29.35968	20.34058	0.73867	1	0.3901

A continuación se analiza si el efecto de la intervención, definido para cada alumno como la diferencia entre el puntaje de la Memoria Auditiva Inmediata (MAI) después de la intervención menos el puntaje de este antes de la intervención es en media mayor para el grupo experimental que para el grupo control. Previo a ello se requiere realizar un análisis de normalidad, la cual se consigna en la Tabla 35.

**Tabla 35**

*Pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk para analizar el efecto de la intervención sobre el puntaje de la Memoria Auditiva Inmediata MAI ( $D_{totalmai}$ )*

Grupo	W	p-valor
Control	0.946	0.2413
Experimental	0.95974	0.4332

A partir del análisis de normalidad se confirma dicha condición para los datos que informan sobre el efecto de la intervención. A continuación, se presenta la Tabla 36 con los resultados del análisis de igualdad de varianzas.

**Tabla 36**

*Prueba de igualdad de varianzas de Bartlett para el puntaje de la Memoria Auditiva Inmediata MAI (Ptotalmai) después de la intervención*

Varianza de Ptotalmai		Prueba de Bartlett		
Grupo Control	Grupo Experimental	$K^2$	Grados de libertad	p-valor
29.35968	20.34058	0.73867	1	0.3901

A partir del análisis presentado se confirma la condición de homocedasticidad, la cual junto a la condición de normalidad, dan luz verde para aplicar la prueba paramétrica t-Student con cola a la izquierda para la diferencia de la media del grupo control menos la media del grupo experimental.

**Tabla 37**

*Prueba de Igualdad de medias t-Student con cola a la izquierda y varianzas iguales para el puntaje de la Memoria Auditiva Inmediata MAI (Ptotalmai) después de la intervención*

Medias de Ptotalmai			IC al 95% para la diferencia	Prueba t-Student con cola a la izquierda		
Control	Experimental	Diferencia	Límite Inferior	t	Grados de libertad	p-valor
16.78	24.41	-7.63	-5.196093	-5.2588	45	0.000001934

Analizando los resultados de la Tabla 37, después de la intervención, la diferencia de las medias de los grupos se mostró significativamente menor que el cero ( $p$  – valor = 0.000001934 < 0.05), por lo que se puede afirmar que, para después de la intervención, la media del grupo control es menor que la media del grupo experimental.

Finalmente se analiza el efecto de la intervención, definido para cada alumno como la diferencia entre el puntaje de la Memoria Auditiva Inmediata (MAI) después de la intervención menos el puntaje de este antes de la intervención es en media mayor para el grupo experimental que para el grupo control.



Para ello se presenta en la Tabla 38 el análisis de normalidad de los puntajes que dan cuenta del efecto de la intervención

**Tabla 38**

*Pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk para el efecto de la intervención sobre el puntaje de la Memoria Auditiva Inmediata MAI (Dtotalmai)*

Grupo	W	p-valor
Control	0.95122	0.3101
Experimental	0.92744	0.08546

Los resultados sugieren que dichos datos presentan una distribución normal. Mientras que al revisar los datos de la Tabla 39 se observa que los datos no presentan la condición de homocedasticidad.

**Tabla 39**

*Prueba de igualdad de varianzas de Bartlett para el efecto de la intervención sobre el puntaje de la Memoria Auditiva Inmediata MAI (Dtotalmai)*

Varianza de Dtotalmai		Prueba de Bartlett		
Grupo	Grupo	$K^2$	Grados de libertad	p-valor
Control	Experimental			
3.901186	38.173913	23.648	1	0.000001157

Dada la condición de normalidad, pero no de homocedasticidad se utiliza la Prueba de Wilcoxon con cola a la derecha, cuyos resultados son mostrados en la Tabla 40 y que dan cuenta de si el efecto de ambas intervenciones es positivo, o sea si son mayores que cero.

**Tabla 40**

*Pruebas de Wilcoxon con cola a la derecha para analizar los efectos de las intervenciones sobre el puntaje de la Memoria Auditiva Inmediata MAI (Dtotalmai)*

Grupo	Mediana	Media	V	p-valor
Control	1.0	1.087	164.0	0.013480
Experimental	10.5	9.500	291.5	0.000027

Con significancia de  $\alpha = 0.05$ , para ambos grupos el efecto de la intervención sobre el puntaje de la Memoria Auditiva Inmediata (MAI) se mostró significativamente positivo.

Se prueba si para el puntaje de la Memoria Auditiva Inmediata (MAI) el efecto de la intervención en el grupo experimental es mayor que el efecto del grupo control. Con este objetivo, y dadas las condiciones de normalidad (Tabla 38), pero no de homocedasticidad (Tabla 39), se utiliza la prueba de t-Student(gl) con cola a la izquierda, como mostrado en la Tabla 41.

**Tabla 41**

*Prueba de Igualdad de efectos t-Student con cola a la izquierda con varianzas diferentes sobre de la Memoria Auditiva Inmediata MAI (Dtotalmai)*

Medias de Dtotalmai			IC al 95% para la diferencia	Prueba t-Student con cola a la izquierda		
Control	Experimental	Diferencia	Límite Inferior	T	Grados de libertad	p-valor
1.08	9.50	-8.41	-6.155657	-6.3412	27.836	0.000000377

Como resultado, con significancia de  $\alpha = 0.05$ , hay evidencias suficientes de que el efecto de la intervención del grupo experimental es mayor que el efecto del trabajo desarrollado por el grupo control. Siendo que el efecto medio en el grupo experimental es 8.41 puntos mayor que el efecto medio en el grupo control.

La revisión de los resultados permite describir el efecto del programa neurocientífico Fast ForWord en la memoria de trabajo en estudiantes de quinto de primaria de un centro educativo privado del distrito de Santiago de Surco.

Al respecto, pasando a la discusión, Holmes y Gathercole (2013) realizaron una investigación para confirmar si el entrenamiento de la memoria de trabajo en estudiantes de diferentes edades tenía un efecto en mejorar dicha función y descubrieron que al mejorar el nivel de memoria de trabajo consiguieron ganancias significativas en el rendimiento académico. Basan las explicaciones de su estudio en los conceptos de neuroplasticidad y evidencian que es a través de la práctica constante en un tiempo determinado que se logran cambios en las redes cerebrales, contribuyendo esto a reducir el número de estudiantes en riesgo de presentar un rendimiento escolar pobre.

Así también los investigadores Torkel Klingberg, Hans Forssberg y Helena Westerberg (2002) realizaron una investigación donde propusieron el entrenamiento de la memoria de trabajo en una población que tenían entre 7 y 15 años con diagnóstico de TDAH de los cuales 1 era niña y 6 niños y el grupo control de 2 niñas y 5 niños ambos grupos expuestos a un programa de entrenamiento, pero el grupo control realizó un programa placebo o de menor dosis. Aplicaron la prueba de Cubos de Corsi para evaluar la dimensión de agenda visoespacial de la memoria de trabajo, la mejora en la dimensión del grupo experimental fue significativa.

Coincidieron con que, tanto el grupo experimental como el control, la memoria de trabajo mejora a lo largo de las 5 semanas del estudio con relación al pretest y post test (Klingberg et al. 2002) concluyendo que hay una diferencia significativa entre el grupo expuesto al programa de entrenamiento con relación al grupo control expuesto al programa placebo.

Encontramos una investigación con la que Alsina (2001) en su tesis doctoral titulada “La intervención de memoria de trabajo en el aprendizaje del cálculo aritmético”, cuya investigación se realizó tomando en cuenta las tres dimensiones de la memoria de trabajo, coincidente a la realizada en la presente investigación. Para efectos de su estudio elaboraron un programa de cálculo matemático, diseñado para 40 sesiones de 45 minutos cada una. Antes de su aplicación midieron la memoria de trabajo tanto al grupo control como al experimental, ambos grupos compuestos por estudiantes de 7 - 8 años. Sus hallazgos fueron los siguientes:

El programa ha conseguido también mejorar el rendimiento en pruebas de la agenda visoespacial, aunque los incrementos son inferiores.

El programa se muestra efectivo sobre todo en niños que parten de un nivel más bajo de memoria de trabajo.

Los análisis cualitativos realizados confirman que prácticamente todos los niños del grupo experimental tienden a aumentar las puntuaciones en todas las pruebas de memoria de trabajo, mientras que los niños del grupo control, aunque no se puede generalizar, tienden a mantener o incluso a disminuir las puntuaciones.

Todos los niños de 7 - 8 años de la muestra tienden a aumentar sus puntuaciones en tareas de numeración y cálculo.

El programa ejerce un claro efecto en el rendimiento en tareas de numeración y cálculo, ya que los niños del grupo experimental obtienen incrementos estadísticamente superiores respecto al grupo control.

Con relación a la hipótesis general, el grupo expuesto al Programa Neurocientífico Fast ForWord muestra puntuaciones significativamente mayores en la memoria de trabajo en comparación a los alcanzados por el grupo no expuesto al programa.

Si consideramos la realidad de los estudiantes de algunas instituciones educativas del sistema educativo peruano, tal como lo hemos mencionado en capítulos anteriores, coincidimos con lo planteado por los hallazgos en el estudio realizado por López (2013), quien señala que ante la posibilidad de realizar esfuerzos por mejorar el rendimiento y aprendizaje a través de la estimulación, se puede encontrar pruebas suficientes de que las diferencias son efecto de problemáticas que requerirán plazos largos de solución tales como la pobreza. En ese sentido, cobra importancia la estimulación sobre las estructuras funcionales como la memoria de trabajo aumentando así de manera directa el rendimiento y las capacidades de los niños. Al ser Fast ForWord un programa que brinda entrenamiento y se ha comprobado el efecto en la activación de las zonas implicadas en el aprendizaje tales como la corteza prefrontal y por consecuencia en las funciones ejecutivas, al respecto Gazzaniga (2010, p. 34) dice sobre la corteza prefrontal “tiene una capa de neuronas adicional y está implicada en la planificación de conductas cognitivas complejas, la personalidad, la memoria y aspectos de lenguaje y la conducta social”, y como lo corrobora el presente estudio en la memoria de trabajo, es que nos sumamos a los investigadores que ven como una medida viable incidir en la aplicación de programas que mejoren la memoria de trabajo.

La revisión bibliográfica evidencia que, si bien los principios de neuroplasticidad del cerebro se han empleado para la rehabilitación de diferentes lesiones neurológicas, la educación aún no aprovecha los hallazgos y conocimientos sobre este tópico. En nuestro contexto, este desaprovechamiento se suma a la crítica situación del rendimiento escolar que presentan los escolares a nivel nacional cuando se les compara con estándares internacionales. Muestra de ello, Etchepareborda (2003) cita a Artigas-Pallarés (2002) al decir que:

Los distintos hallazgos morfológicos encontrados en los cerebros de los disléxicos permiten intuir, desde el punto de vista estructural, los vínculos entre la dislexia y sus manifestaciones comórbidas. Por ejemplo, la implicación de los lóbulos frontales y de los núcleos basales aporta coherencia teórica a la comorbilidad entre la dislexia y el trastorno por déficit de atención con hiperactividad (TDAH).

Dicha afirmación nos da clara muestra del funcionamiento del cerebro en redes interconectadas y también paralelas (Ratey, 2001) que debido a la neuroplasticidad se van adaptando y cambian gracias al estímulo. Este cambio estaría generando en el caso de intervenciones oportunas, la habilitación de vías que permitirán aprendizajes.

Por otro lado, en la actualidad se reconoce que la memoria de trabajo es una función esencial para el aprendizaje ya que es la que permite construir el pensamiento y expresarlo mediante el lenguaje. De hecho, es la memoria de trabajo la que permite desarrollar las bases de la matemática (Adams & Holmes, 2006) y el aprendizaje de otros idiomas. Como maestros debemos tener claro que necesitamos estimular las funciones ejecutivas no solo para aprender sino también para lograr que los estudiantes puedan autorregularse, mostrando habilidades de autogestión, sociales y de pensamiento. Para ello, debemos establecer estrategias de fortalecimiento y estimulación del desarrollo de las redes cerebrales con acciones continuas, intensas y oportunas.

El programa computarizado Fast ForWord cumple con las características antes mencionadas (frecuencia, intensidad, duración y oportunidad) y se ajusta a la rigurosidad de modulación que solo se obtiene mediante la tecnología y la investigación, así como la evidencia científica que lo avala. Al respecto, estudios realizados para medir el impacto de ejercicios computarizados han tenido como resultado la implementación en escuelas de Estados Unidos de América donde “miles de colegios públicos distritales en los E.E.U.U. han incorporado el programa Fast ForWord en su currículo, y gran número a lo largo de Norte América usan el programa para propósito escolares y terapéuticos” (Rabipour & Raz, 2011).

## CONCLUSIONES

En la presente sección se presentan las conclusiones de la investigación teniendo en cuenta los objetivos planteados en este estudio. Por lo que el estudio concluye en lo siguiente:

- Los resultados estadísticos obtenidos luego de la intervención del programa Fast ForWord en la dimensión de la agenda visoespacial de la memoria de trabajo, demuestran que los estudiantes que estuvieron expuestos al programa mostraron un impacto mayor que el alcanzado por el grupo control.
- Los resultados estadísticos obtenidos luego de la intervención del programa Fast ForWord en la dimensión del bucle fonológico de la memoria de trabajo, demuestran que los estudiantes que estuvieron expuestos al programa mostraron un impacto significativamente mayor que el alcanzado por el grupo control.
- Los resultados estadísticos obtenidos luego de la intervención del programa Fast ForWord en la dimensión del ejecutivo central de la memoria de trabajo, demuestran que los estudiantes que estuvieron expuestos al programa mostraron un impacto significativamente mayor que el alcanzado por el grupo control.

## RECOMENDACIONES

Con la finalidad de mejorar la educación en nuestro país a través de investigaciones futuras sobre el funcionamiento de la memoria de trabajo, recomendamos lo siguiente:

- Implementar programas que cumplan con los principios de la neuroplasticidad para incrementar de manera sostenida las funciones ejecutivas, en especial la memoria de trabajo, con la finalidad de incidir en la mejora de la habilidad lectora y matemática del país.
- Promover, difundir y diversificar en instancias educativas la propuesta de intervención a través de programas diseñados para rehabilitar, reconectar y crear redes neuronales sobre las que recaen las habilidades y destrezas del aprendizaje, como es el caso de la memoria de trabajo y de las funciones ejecutivas en general.
- La formación de los futuros maestros debería contemplar una formación basada en los principios de la neuroeducación, así como el conocimiento de herramientas tecnológicas que se aplican en la intervención cuando se está frente a alguna dificultad en el aprendizaje. Con la finalidad de brindar un abordaje efectivo en los estudiantes.
- Los principios de neuroplasticidad del cerebro se han empleado para la rehabilitación de diferentes lesiones neurológicas, se debe promover que la educación tome en cuenta los hallazgos y conocimientos sobre este tema. Aprovechando así a que estos hallazgos coadyuven a solucionar la crítica situación del rendimiento escolar que presentan los escolares a nivel nacional cuando se les compara con estándares internacionales.

- Realizar investigaciones en el Perú sobre la memoria de trabajo con poblaciones de estudiantes monolingües con la finalidad de contrastar los resultados de investigaciones previas con alumnos bilingües.





## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adams, J. & Holmes, J. (2006). Working memory and children's mathematical skills: Implications for mathematical development and mathematics curricula. *Educational Psychology*, 26(3), 339–366. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/262889837\\_Working\\_Memory\\_and\\_Children's\\_Mathematical\\_Skills\\_Implications\\_for\\_mathematical\\_development\\_and\\_mathematics\\_curricula/link/02e7e51f13389b7deb000000/download](https://www.researchgate.net/publication/262889837_Working_Memory_and_Children's_Mathematical_Skills_Implications_for_mathematical_development_and_mathematics_curricula/link/02e7e51f13389b7deb000000/download)
- Aguado, G. y Ripoll, J. (2014). Eficacia de las intervenciones para el tratamiento de la Dislexia: Una revisión. *Colegio de Logopedas del País Vasco*. Recuperado de [http://www.colegiologopedas-cv.org/sites/default/files/Documento%20Aguado-Ripoll\\_0.pdf](http://www.colegiologopedas-cv.org/sites/default/files/Documento%20Aguado-Ripoll_0.pdf)
- Aguilar, L., Espinoza, G., Oruro, E. y Carrión, D. (2010). Aprendizaje, memoria y neuroplasticidad. *UNIFE Temática Psicológica*. 6(1). Recuperado de [http://www.unife.edu.pe/publicaciones/revistas/revistas\\_postgrado/TEMATICA2010.pdf](http://www.unife.edu.pe/publicaciones/revistas/revistas_postgrado/TEMATICA2010.pdf)
- Akritis, M. (2014). *Probability and statistics with R for engineers and scientists* (1.<sup>a</sup> ed.) Pennsylvania: The Pennsylvania State University: Pearson.
- Alsina, A. (2001). *La intervención de la memoria de trabajo en el aprendizaje del cálculo aritmético*. (Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Barcelona). Recuperado de <https://www.tdx.cat/handle/10803/4730;jsessionid=B9F5CAACD89F22DF0301E267A0FA2A81#page=1>
- Anderson, J. (2001). *Aprendizaje y memoria, un enfoque integral* (J. Wiley & Sons, Inc., Trad.). México: McGraw-Hill (Trabajo original en inglés publicado en 2000).
- Baddeley, A. (1986). *Working memory*. New York: Oxford University Press.
- Baddeley, A. (2003). Working memory: looking back and looking forward. *Nature Reviews. Neuroscience*, 4, 829-839. Recuperado de [https://www.academia.edu/23907125/Working\\_memory\\_looking\\_back\\_and\\_looking\\_forward](https://www.academia.edu/23907125/Working_memory_looking_back_and_looking_forward)
- Baddeley, A. (2003). Working memory and language: An overview. *Journal of Communication Disorders*, 36(3), 189–208. doi: 10.1016/S0021-9924(03)00019-4
- Barkley, R. (1997). *ADHD and the Nature of self-control*. New York: Guilford Press.
- Bono, R. (2012). Diseños cuasi-experimentales y longitudinales. *Departamento de Metodología de las Ciencias del Comportamiento de la Universidad de Barcelona*. Recuperado de <http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/30783/1/D.%20cuasi%20y%20longitudinales.pdf>

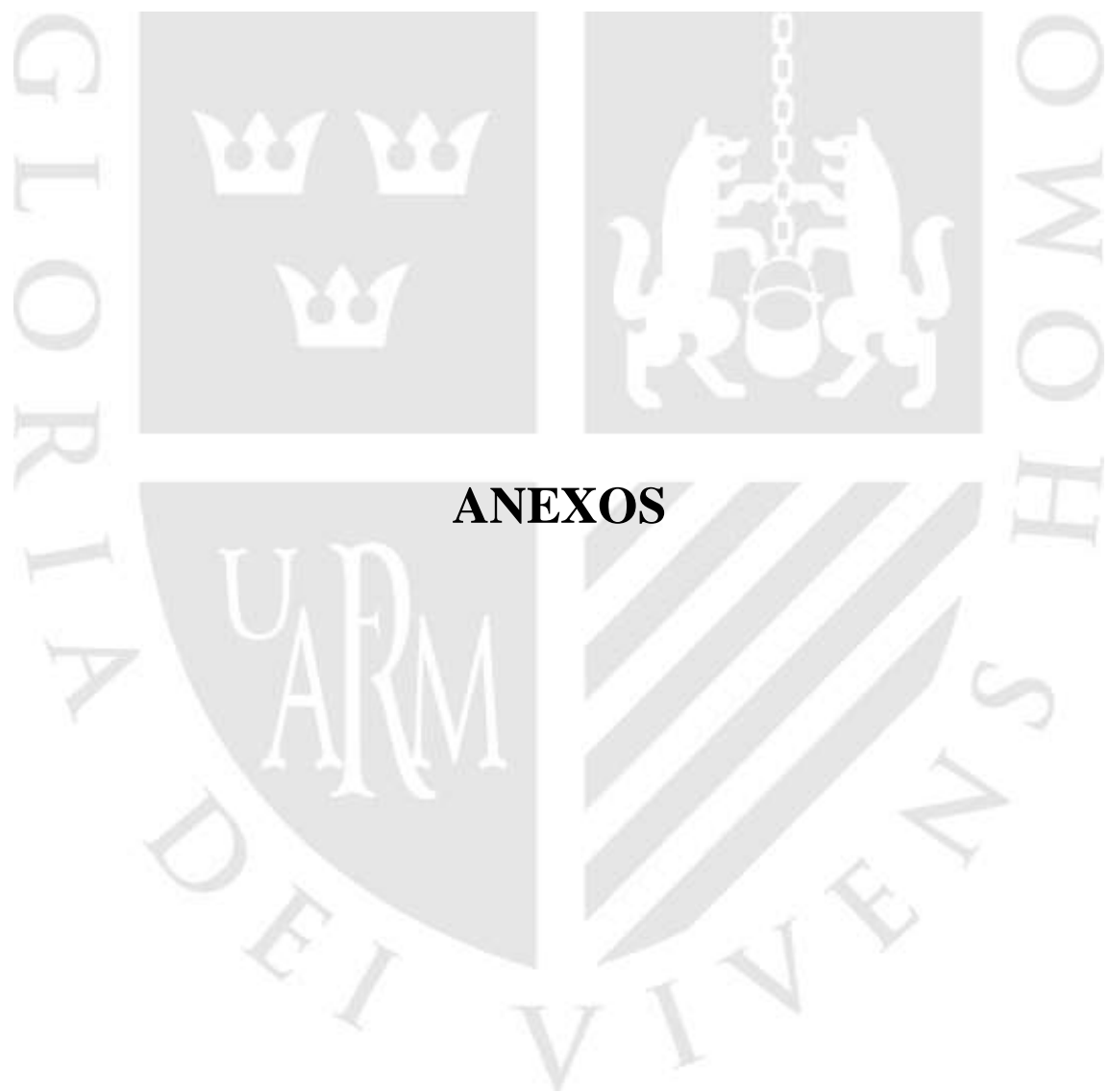
- Box, G. E. P. (2008). *Estadística para investigadores: introducción al diseño de experimentos, análisis de datos y construcción de modelos* (2.ª ed.). Barcelona: Reverté.
- Buschkuehl, M., Hernández García, L., Jaeggi, S., Bernard, J. & Jonides, J. (2014) Neural effects of short-term training on working memory. *HHS Public Access*. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4058299/#FN3>
- Campos, A. (2010). Neuroeducación: uniendo las neurociencias y la educación en la búsqueda del desarrollo humano. *La educ@ción revista digital*, 4, pp. 1-14. Recuperado de [http://www.educoea.org/portal/La\\_Educacion\\_Digital/laeducacion\\_143/articulos/neuroeducacion.pdf](http://www.educoea.org/portal/La_Educacion_Digital/laeducacion_143/articulos/neuroeducacion.pdf)
- Centro Peruano de Audición, Lenguaje y Aprendizaje (2002) Manual Test de Memoria Auditiva Inmediata – MAI. Lima
- Cordero, A. (2009). Adaptación para Lima Metropolitana de Diones, A. Test de memoria Auditiva Inmediata. Editorial TEA, S.A.
- Daneman, M. & Carpenter, P. (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behaviour*, 19(4), 450-466. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022537180903126?via%3Dihub>
- Dahlin, K. (2010). Effects of working memory training on reading in children with special needs. *Springer Science+Business Media B.V.*, 1-13. Recuperado de <https://mondo.su.se/access/content/group/87a78313-bf21-438a-842a-a4d680ccf6f9/Dahlin%20artikel%202010.pdf>
- Dekker, S., Lee, N., Howard-Jones, P. & Jolles, J. (2012). Neuromyths in education: Prevalence and predictors of misconceptions among teachers. *Frontiers in psychology*. Recuperado de <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2012.00429/full>
- De la Puente, P. y Valencia, D. (2016). Implicancia de la memoria de trabajo en los procesos de aprendizaje. *Educación*, 23 Edición. Recuperado de <https://www.educacionperu.org/implicancia-de-la-memoria-de-trabajo-en-los-procesos-de-aprendizaje/>
- Diamond, A. (2006). The early development of executive functions. En Bialystok, E. & Craik, F. (Oxford University Press). *Lifespan Cognition Mechanisms of Change* (pp. 70-95). Oxford: Oxford University Press. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/260871226\\_The\\_Early\\_Development\\_of\\_Executive\\_Functions](https://www.researchgate.net/publication/260871226_The_Early_Development_of_Executive_Functions)
- Diamond, A. & Ling, D. (2016). Conclusions about interventions, programs, and approaches for improving executive functions that appear justified and those that, despite much hype, do not. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 18, 34-48. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878929315300517?via%3Dihub>
- Doidge, N. (2007) *The Brain that changes itself. Redesigning the brain*. Inglaterra: Penguin Books.

- Echevarría, L. (2017) Modelos explicativos de las funciones ejecutivas. *Revista de Investigación en Psicología*, 20(1), pp 237-247 Recuperado de <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/psico/article/view/13534/12193>
- Engle, R., Tuholski, S., Laughlin, J. & Conway, A. (1999). Working memory, short-term memory, and general fluid intelligence: A latent-variable approach. *Journal of Experimental Psychology: General*, 128(3), 309-331. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/cf15/817ee5f9c1536ee4da2c4c018555600ca91b.pdf>
- Eriksson, J., Bergstrom F., Lanser A., Nyberg L. & Vogel E. (2015). Neurocognitive architecture of working memory. *Medscape, Neuron*, 88(1), 33-46. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4605545/>
- Etchepareborda, M.C. (2003). Intervención en los trastornos disléxicos: entrenamiento de la conciencia fonológica. *Revista de Neurología*, 36(Supl 1),13-19. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/d39f/c174c05aa742fa9ad1122d66a23aa2a69fd5.pdf>
- Etchepareborda, M.C. y Abad-Mas, L. (2005). Memoria de trabajo en los procesos básicos del aprendizaje. *Revista de Neurología*, 40(Supl 1), 79-83. Recuperado de <http://www.mdp.edu.ar/psicologia/psico/sec-academica/asignaturas/aprendizaje/Memoria%20de%20trabajo.pdf>
- Fidias, E., Leon-Sarmiento, J., Bayona-Prieto, J. y Cadena, Y. (2008). Plasticidad neuronal, neurorehabilitación y trastornos del movimiento: el cambio es ahora. *Acta Neurol Colomb*, 24(1), 40-42. Recuperado de [https://www.acnweb.org/acta/2008\\_24\\_1\\_40.pdf](https://www.acnweb.org/acta/2008_24_1_40.pdf)
- Gazzaniga, M. (2010) *¿Qué nos hace humanos? La explicación científica de nuestra singularidad como especie*. Barcelona, Editorial Paidós.
- Garcés-Vieira, M.V. y Suárez-Escudero, J.C. (2014). Neuroplasticidad: aspectos bioquímicos y neurofisiológicos. *Rev CES Med*, 28(1), 119-132. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/cesm/v28n1/v28n1a10.pdf>
- García, J. y Portellano, J. (2014). *Aspectos conceptuales y modelos de las funciones ejecutivas. Neuropsicología de la atención, funciones ejecutivas y la memoria*. Madrid: Editorial Síntesis.
- García Molina A., Enseñat-Cantallops A., Tirapu-Ustároz J. y Roig-Rovira T. (2009). Maduración de la corteza prefrontal y desarrollo de las funciones ejecutivas durante los primeros cinco años de vida. *Revista de Neurología*, 48(8), 435-440. Recuperado de <https://www.neurologia.com/articulo/2008265>
- Giedd, J., Blumenthal, J., Jeffries, N., Castellanos, F., Liu, H., y Zijdenbos, A. (1999). Brain development during childhood and adolescence: a longitudinal MRI study. *Nature Neuroscience*, 2(10), 861–863. Recuperado de [http://cs.brown.edu/people/tdean/projects/cortex/course/suggested\\_reading\\_list/supplements/documents/GieddetalNN-99.pdf](http://cs.brown.edu/people/tdean/projects/cortex/course/suggested_reading_list/supplements/documents/GieddetalNN-99.pdf)
- Goldberg, E. (2019). *The New Executive Brain: Frontal Lobes in a Complex World*. Oxford: Oxford University Press.

- González, K., Otero, L. y Castro, A. (2016) Comprensión lectora, memoria de trabajo, fluidez y vocabulario en escolares cubanos. *Revista electronica Actualidades Investigativas en Educación*, 16(1), 1-18. Recuperado de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/aie/article/view/21715/22770>
- Guevara, M., Hernández-González, M., Hevia-Orozco, J., Rizo-Martínez E. y Almaza-Sepúlveda M. (2014) Memoria de trabajo visoespacial evaluada a través de los Cubos de Corsi: cambios con relación a la edad. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 14(1), 208 -222. Recuperado de <https://revistannn.files.wordpress.com/2014/07/13-memoria-de-trabajo-visoespacial-evaluada-a-travc3a9s-de-los-cubos-de-corsi-cambios-con-relacic3b3n-a-la-edad-miguel-c3a1ngel-guevara-marisela-hernc3a1ndez-gonzc3a1lez-jorge-carlos-hev.pdf>
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación* (5.<sup>a</sup> ed). México: McGraw-Hill.
- Holmes, J. & Gathercole, S. (2013). Taking working memory training from the laboratory into schools. *Educational Psychology*. Recuperado de <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01443410.2013.797338>
- Jaeggi, S.M., Buschkuhl, M., Jonides, J. & Shah, P. (2011). Short –and long- term benefits of cognitive training. *Proceeding of National Academy of Sciences of the United States of America*, 108(25), 10081-10086. Recuperado de <https://www.pnas.org/content/pnas/108/25/10081.full.pdf>
- Kane, M., Hambrick, D., Tuholski, S., Whilhem, O., Payne, T. & Engle, R. (2004). The generality of working memory capacity: A Latent-Variable approach to verbal and visuospatial memory span and reasoning. *Journal of Experimental Psychology: General*, 133(2), 189-217. Recuperado de [https://pdfs.semanticscholar.org/06bd/d4ef2b7ea6fb051bb65fa2810bd4b8df11d0.pdf?\\_ga=2.200172203.446220203.1574126961-794108689.1574126961](https://pdfs.semanticscholar.org/06bd/d4ef2b7ea6fb051bb65fa2810bd4b8df11d0.pdf?_ga=2.200172203.446220203.1574126961-794108689.1574126961)
- Klimberg, T., Forssberg, H. & Westerberg, H. (2002). Training of Working Memory in Children with ADHD. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 4(6), 781-791. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/11041372\\_Training\\_of\\_Working\\_Memory\\_in\\_Children\\_with\\_ADHD](https://www.researchgate.net/publication/11041372_Training_of_Working_Memory_in_Children_with_ADHD)
- Klingberg, T., Fernell, E., Olsen P., Johnson, M., Gustafsson, P., Dahlström, K., Gillberg, C., Forssberg, H. & Westerberg, H. (2005). Computerized Training of Working Memory in Children With ADHD—A Randomized, Controlled Trial. *J. Am. Acad. Child Adolesc. Psychiatry*, 44(2), 177-186. Recuperado de <http://klingberglab.se/pub/CompTrainWM.pdf>.
- Leong, E., McAllum, R., Seeker, S., Noel, D., House, R., Harre, P., Hannant, B., Lyons, S., Tuala, M., Wilkinson, M. & Hedley, B. (2011). Fast ForWord: A neurological approach to intervention in literacy. *Kelston Intervention Team*. Recuperado de <https://cdn2.hubspot.net/hubfs/363641/Pdf/FFW-Kelston-Report-pre-publication-Aug-2012.pdf?t=1475219470780>
- Li, P., Legaulf, J. & Litcofsky, K. (2014). Neuroplasticity as funtion of second language learning: Anatomical changes in human brain. *Elsevier Journal, ScienceDirect*, 58, 301-324. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0010945214001543>

- Logie, R., Gilhooly, K. y Wynn, V. (1994). Counting on working memory in arithmetic problem solving. *Memory & Cognition*, 22(4), 395-410. Recuperado de <https://link.springer.com/content/pdf/10.3758%2FBF03200866.pdf>
- López, M. (2013). Diferencias en el desempeño de la memoria de trabajo: un estudio en niños de diferentes grupos sociales. *Revista nacional e internacional de educación inclusiva*, 6(3), 109-111. Recuperado de <https://www.revistaeducacioninclusiva.es/index.php/REI/article/view/154/148>
- Marimon, A. y Méndez A. (2013). *La memoria auditiva inmediata en niños con habilidad y dificultad en la comprensión lectora de 6to grado de educación primaria de la I.E San Pedro de Chorrillos* (Tesis de Maestría). Recuperado de [http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/5153/MARIMON\\_MENDEZ\\_MEMORIA\\_CHORRILLOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/5153/MARIMON_MENDEZ_MEMORIA_CHORRILLOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Marina, J. A. (2012). Neurociencia y educación. *Participación educativa*, 1(1), 7-14. Recuperado de <https://sede.educacion.gob.es/publiventa/detalle.action?cod=15795>
- Ministerio de Educación del Perú (2014). *Programa para la evaluación internacional de estudiantes (PISA) Primeros resultados PISA 2012*. Recuperado de <http://umc.minedu.gob.pe/wp-content/uploads/2014/12/Principales-resultados-PISA-2012.pdf>
- Montgomery, D.C. (2001). *Diseño y Análisis de Experimentos*. New York: J. Wiley.
- Morales, J., Calvo, A. & Bialystok, E. (2012). Working memory development in monolingual and bilingual children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 114(2), 187-202. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3508395/>
- Morante, P., Soto, M. y Valencia, J. (2014). Velocidad de procesamiento y memoria de trabajo en adultos mayores: Implicancias para el envejecimiento cognitivo normal y patológico. *Revista de Psicología*, 1(1), 11-25. Recuperado de <http://ucsp.edu.pe/investigacion/psicologia/wp-content/uploads/2014/01/Revista-de-Psicolog%C3%ADa-1er-art%C3%ADculo.pdf>
- Ñavincopa, M. y Vásquez R. (2014). *Efectividad del programa MR-4 en el entrenamiento de la memoria auditiva inmediata para niños del cuarto grado de primaria de una institución educativa particular del distrito de San Miguel* (Tesis de Maestría). Recuperado de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/5761>
- Orjales, I. (2000). Déficit de atención con hiperactividad. *Revista Complutense de Educación*, 11(1), 71-78. Recuperado de <https://revistas.ucm.es/index.php/RCED/article/viewFile/RCED0000120071A/17064>
- Rabipour, S. & Raz, A. (2012). Training the brain: Fact and fad in cognitive and behavioral remediation. *Elsevier Journal, ScienceDirect*, 79(2), 159-179. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0278262612000292#!>
- Ramos, S. (2017). *Memoria auditiva inmediata y comprensión lectora en niños de tercer grado de primaria de una institución educativa. Villa el Salvador, Lima 2016* (Tesis de Maestría). Recuperado de [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/8909/Ramos\\_LSY.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/8909/Ramos_LSY.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- Ratey, J. (2001). *A User's guide to brain. Perception, attention and four theaters of the brain*. New York: Editorial Vitage Books.
- Repovs, G. & Baddeley, A. (2006). The multi -component model of working memory: Explorations in experimental cognitive psychology. *Neuroscience*, 139(2006), 5-21. Recuperado de <http://www.linguisticsnetwork.com/wp-content/uploads/The-Multi-Component-Model-of-Working-Memory-2.pdf>
- Scientific Learning (2018). Four Dedicated Individuals. One Important Mission. *Fast ForWord Our Founder's Story*. Recuperado de <https://www.scilearn.com/company/about-us/ourfounders-story>
- Shanker, S. (2013). *Calma, Atención y Aprendizaje, estrategias para la autorregulación en el aula*. Perú: Cerebrum Ediciones SAC.
- Temple, E., Deutsch, G., Poldrack, R., Miller, S., Tallal, P., Merzenich, M. & Gabrieli, J. (2003). Neural deficit in children with dyslexia ameliorated by behavioral remediation: evidence from functional MRI. *Proceeding of the national academy of sciences of the United States of America*, 100(5), 2860-2865. Recuperado de <http://www.pnas.org/content/100/5/2860>
- Tirapu-Ustárruz, J. y Muñoz-Céspedes, J.M. (2005). Memoria y funciones ejecutivas. *REV NEUROL* 2005, 41(8), 475-484. Recuperado de [https://www.uma.es/media/files/Memoria\\_y\\_funciones\\_ejecutivas.pdf](https://www.uma.es/media/files/Memoria_y_funciones_ejecutivas.pdf)
- Wechsler, D. (2003). *Wechsler Intelligence scale for children (WISCIV)*. San Antonio: Psychological Corporation.
- Yaringaño, J. (2009). *Relación entre la memoria auditiva inmediata y la comprensión lectora, en alumnos de quinto y sexto de primaria de Lima y Huarochiri Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima* (Tesis de Licenciatura). Recuperado de [http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/2564/Yaringano\\_lj.pdf?sequence=1](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/2564/Yaringano_lj.pdf?sequence=1)



**ANEXOS**




## ANEXO N° 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA METODOLÓGICA

**TÍTULO DE LA TESIS:** Efectos del Programa Neurocientífico Fast Forword en el mejoramiento de la memoria de trabajo  
**ALUMNAS:** De la Puente Estremadoyro, Patricia  
 Valencia Castagnola, Delia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES Y DIMENSIONES	MÉTODO
¿Cuál es el efecto que tiene el programa neurocientífico Fast ForWord en la memoria de trabajo de los estudiantes de 5to grado de primaria de un colegio privado del distrito de Santiago de Surco?	<p><b>GENERAL:</b></p> <p>Determinar los efectos del programa neurocientífico Fast ForWord en la memoria de trabajo de los estudiantes de 5to grado de un colegio privado del distrito de Santiago de Surco.</p>	<p><b>GENERAL:</b></p> <p>El grupo expuesto al programa neurocientífico Fast ForWord muestra puntuaciones significativas en la memoria de trabajo, mayores a los alcanzados por el grupo no expuesto al programa.</p>	<p><b>VARIABLES:</b></p> <p><b><u>Variable Independiente:</u></b></p> <p>Programa neurocientífico Fast ForWord</p> <p><b><u>Variable dependiente:</u></b></p> <p>Memoria de trabajo</p>	<p><b>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</b></p> <p>Investigación básica experimental causal</p> <p><b>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:</b></p> <p>Diseño: Cuasi experimental</p>



			<p><b>DIMENSIONES:</b> Agenda visoespacial</p>	
	<p><b>ESPECÍFICOS:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Determinar los efectos del programa neurocientífico Fast ForWord en la agenda visoespacial de la memoria de trabajo de los estudiantes de quinto de primaria de un centro educativo privado del distrito de Santiago de Surco.</li> <li>Identificar los efectos del programa neurocientífico Fast ForWord en el bucle fonológico de la memoria de trabajo</li> </ol>	<p><b>ESPECÍFICOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mejora el componente “agenda visoespacial” de la memoria de trabajo de los estudiantes expuesto al programa neurocientífico Fast ForWord.</li> <li>Mejora del componente “bucle fonológico” de la memoria de trabajo de los estudiantes expuestos al programa</li> </ul>	<p>Bucle fonológico</p> <p>Ejecutivo central</p>	<p><b>POBLACIÓN:</b> Estudiantes de 5to grado de primaria de un centro educativo privado del distrito de Santiago de Surco.</p> <p><b>MUESTRA -TIPO DE MUESTREO:</b></p> <p>Muestra intencional o no probabilística</p> <p>✓ Factores de Inclusión:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Estudiantes de ambos sexos matriculados en el segundo bimestre</li> <li>Estudiantes de 10 a 12 años que cursen el quinto de primaria</li> </ul> <p>✓ Factores de Exclusión:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Estudiantes con diagnóstico de TDAH</li> </ul>

	<p>de los estudiantes de quinto de primaria de un centro educativo privado del distrito de Santiago de Surco.</p> <p>3. Reconocer los efectos del programa neurocientífico Fast ForWord en el ejecutivo central de la memoria de trabajo de los estudiantes de quinto de primaria de un centro educativo privado del distrito de Santiago de Surco.</p>	<p>neurocientífico Fast ForWord.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejora el componente del ejecutivo central de la memoria de trabajo de los estudiantes expuestos al programa neurocientífico Fast ForWord.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudiantes con diagnóstico de TEL</li> </ul> <p><b>TAMAÑO DE LA MUESTRA:</b> 48 estudiantes de 5to grado de primaria de un centro educativo privado del distrito de Santiago de Surco.</p> <p><b>TÉCNICAS / INSTRUMENTOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Excel para la digitación de los datos obtenidos</li> <li>• R Commander, que es una plataforma de interfaz gráfica para R, de licencia libre. Paquete: Rcmdr, versión: 2.4-4 de 16/04/2018. The R Project for Statistical Computing (<a href="https://www.r-project.org">https://www.r-project.org</a>.)</li> <li>• Retención de Dígitos (Wechsler)</li> <li>• Puntaje de la prueba de Rey (AVTL)</li> <li>• Prueba de Cubos de Corsi</li> <li>• Prueba de Memoria Auditiva Inmediata (MAI), por Cordero Pando</li> </ul>
--	---	---	---	---

				<p><b>ANÁLISIS ESTADÍSTICO:</b>  Estadística inferencial</p> <p>Luego de aplicar la prueba de entrada y de salida se compararán los resultados:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Si las curvas de puntuación son similares se trabajará con la T de Student la prueba normal Z (gl*)</li> <li>• Si las curvas de puntuación son muy diferentes se trabajará con la U de Mann Whithney</li> <li>• Prueba Chi-cuadrado de Pearson: grupos son semejantes respecto a la distribución de sexos.</li> <li>• Shapiro Wilk prueba de normalidad</li> <li>• Prueba de igualdad de varianzas de Bartlett</li> <li>• Prueba de Wilcoxon</li> </ul>
--	--	---	--	--

## ANEXO N° 2: INFORME DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE MEDICIÓN

Nombre y cargo de los jueces expertos	Indicadores y criterios de evaluación					Valoración	Observación Final
	Claridad	Objetividad-Intencionalidad	Organización	Coherencia-Consistencia	Oportunidad		
	El conjunto del cuestionario esta formulado con lenguaje apropiado.	El cuestionario contiene ítems que permiten recoger de modo objetivo lo que se pretende medir.	Las áreas de evaluación del cuestionario presentan una estructura lógica y coherente.	Los reactivos del cuestionario son coherentes con los objetivos de la medición.	El cuestionario está elaborado de tal manera que puede aplicarse en forma eficaz y adecuada.		
<b>Alegre Bravo, Alberto Agustín</b> Psicólogo Docente Universidad de Lima	Muy Bueno	Excelente	Excelente	Excelente	Muy Bueno	18 /20 3.6 / 4	Revisar observaciones y anotaciones en los documentos revisados.

<p><b>Del Castillo Arroyo, Herlita</b>          Psicóloga,          Psicoterapeuta,          Neuropsicóloga          Instituto de          Terapia Familiar          Cognitiva          Docente          Universidad          Peruana de          Ciencias          Aplicadas</p>	<p>Excelente          Lenguaje claro          y apropiado.</p>	<p>Muy Bueno          Revisar algunos          ítems del subtest          retención de dígitos.</p>	<p>Muy Bueno          Las áreas          corresponden a          componentes de          memoria de          trabajo          (ejecutivo          central, bucle          fonológico y          agenda          visoespacial)</p>	<p>Excelente</p>	<p>Excelente</p>	<p>18 / 20          3.6 / 4</p>	<p>Revisar algunos reactivos          en el subtest de retención          de títulos          -En el subtest Test de Rey          (verbal) sería importante          anotar si el evaluado aplica          alguna estrategia para          agrupar y retener a corto          plazo la información.          -En el subtest MAI sugiero          incorporar una grabadora          (material) para facilitar la          toma de datos de las ideas          que recuerda el sujeto</p>
<p><b>Gleicherrcht, Ezequiel</b>          Neurocientífico          Cerebrum -Perú          Postdoctoral          Scholar          Department of          Neurology          Medical          University of          South Carolina</p>	<p>Excelente</p>	<p>Excelente</p>	<p>Excelente</p>	<p>Excelente</p>	<p>Muy Bueno</p>	<p>19 / 20          3.75 / 4</p>	<p>Creo que deberían agregar          instrucciones de cuando          dejar de administrar cada          prueba.</p>

<b>Lingán Huamán, Katherine Susana</b> Coordinadora Centro de Investigación Universidad San Ignacio de Loyola	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	15 / 20 3 / 4	En la guía de instrucciones de la prueba incorporar una ficha técnica breve, en donde se especifiquen aspectos como: el objetivo de la evaluación, las edades comprendido, la modalidad de evaluación (individual o colectiva), etc.
<b>Otiura, Solange</b> Neuropsicóloga Directora Centro Semilla Docente Pre-Grado Universidad de Lima	Muy Bueno	Regular Existen áreas que recogen solo áreas de memoria auditiva y no memoria de trabajo	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	13 / 20 2.6 / 4	Sin observaciones.

## ANEXO N° 3: CARTA DE CONSENTIMIENTO A LOS PADRES DEL CENTRO EDUCATIVO PRIVADO DEL DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO

Surco, 27 de marzo de 2014

Estimados padres de familia de alumnos de 5to grado,

Soy Ms. Patty de la Puente, tutora de 3er grado A, me encuentro estudiando el último año de la maestría en Neurociencias y Educación en la Universidad Antonio de Ruiz de Montoya y el Centro de Neurociencias y Desarrollo Humano Cerebrum.

Como requisito para la obtención del grado, es necesario realizar una investigación relacionada al tema neurociencias y educación, siendo mi propuesta la aplicación del programa neurocientífico Fast ForWord, de Scientific Learning, USA, reconocido a nivel mundial por sus aportes al campo educativo.

El objetivo es demostrar el incremento significativo de la "memoria de trabajo" (memoria indispensable para la lectura por ejemplo) de los alumnos de 5to grado del colegio luego de 8 semanas.

El programa consiste en que los alumnos realicen actividades en línea por un tiempo determinado, que en este caso será el Reading Period. Por 5 días a la semana por 8 semanas. La validación se medirá con una prueba de memoria antes y después del programa.

Agradecemos de antemano, el apoyo brindado a esta investigación y estoy segura que verán los beneficios al culminar las 8 semanas especialmente porque las habilidades necesarias para el aprendizaje (memoria, atención, procesamiento y secuenciación) se verán incrementadas.

Asimismo, al tratarse de un estudio, el beneficio para el grupo es también económico, pues el precio en el mercado es de 750.00 dólares por alumno por las 8 semanas. El cual será asumido por la investigación en coordinación con Scientific Learning, laboratorio creador del programa y el que nos brinda información en línea sobre el avance de cada alumno.

Les pido nos hagan llegar el slip firmado indicando si autorizan que su hijo/a participe. Luego de tener el número total de alumnos procederemos con la investigación, y les estaremos informando las fechas en que cada grupo inicie.

Atentamente

Ms. Patricia de la Puente

Información: [www.brainworkcenter.com](http://www.brainworkcenter.com) / [www.scientificlearning.com](http://www.scientificlearning.com)

Si  NO  autorizo a mi hijo/a \_\_\_\_\_ de 5to \_\_\_\_\_ a participar de la investigación de la aplicación del programa Fast ForWord durante 8 semanas en el horario de lectura.

Firma del Padre o madre \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

## ANEXO N° 4: PROTOCOLO DE INTERVENCIÓN DEL PROGRAMA NEUROCIENTÍFICO FAST FORWARD

### 2. Asistencia

¿Los estudiantes que vienen a trabajar a Fast ForWord están presentes cada día de clase? La asistencia mide cuántos días /semana los estudiantes están utilizando los productos.

**Recomendación: 5 días/semanas.**

**Bueno: 80%+**



### 3. Participación

¿Participan de la totalidad de duración de las sesiones? La participación mide el porcentaje de la programación diaria (o protocolo) en el que un estudiante usa el software. Por ejemplo, si su protocolo diario es de 30 minutos, ¿el estudiante trabajó el 100% del tiempo o solo 15 minutos, es decir 50 %? La participación le dirá la cantidad de tiempo dedicadas a hacer la tarea.

**Recomendación: Por lo menos 30 minutos al día**

**Bueno: 95%+**






## ANEXO N° 5: FICHA TÉCNICA DEL PROGRAMA NEUROCIENTÍFICO FAST FORWARD




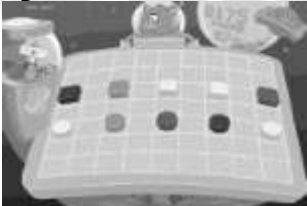
### **ALCANCE Y SECUENCIA: FAST FORWARD LANGUAGE V2**

Los ejercicios de Fast ForWord Language v2 ayudan al estudiante a fortalecer sus habilidades cognitivas fundamentales críticas para el aprendizaje a través del currículo:

- Procesamiento auditivo
- Secuencia
- Memoria
- Atención

Estas habilidades cognitivas se desarrollan en el contexto de actividades de aprendizaje que simultáneamente ayudan a los estudiantes a mejorar el idioma y literatura en inglés y las habilidades lectoras.

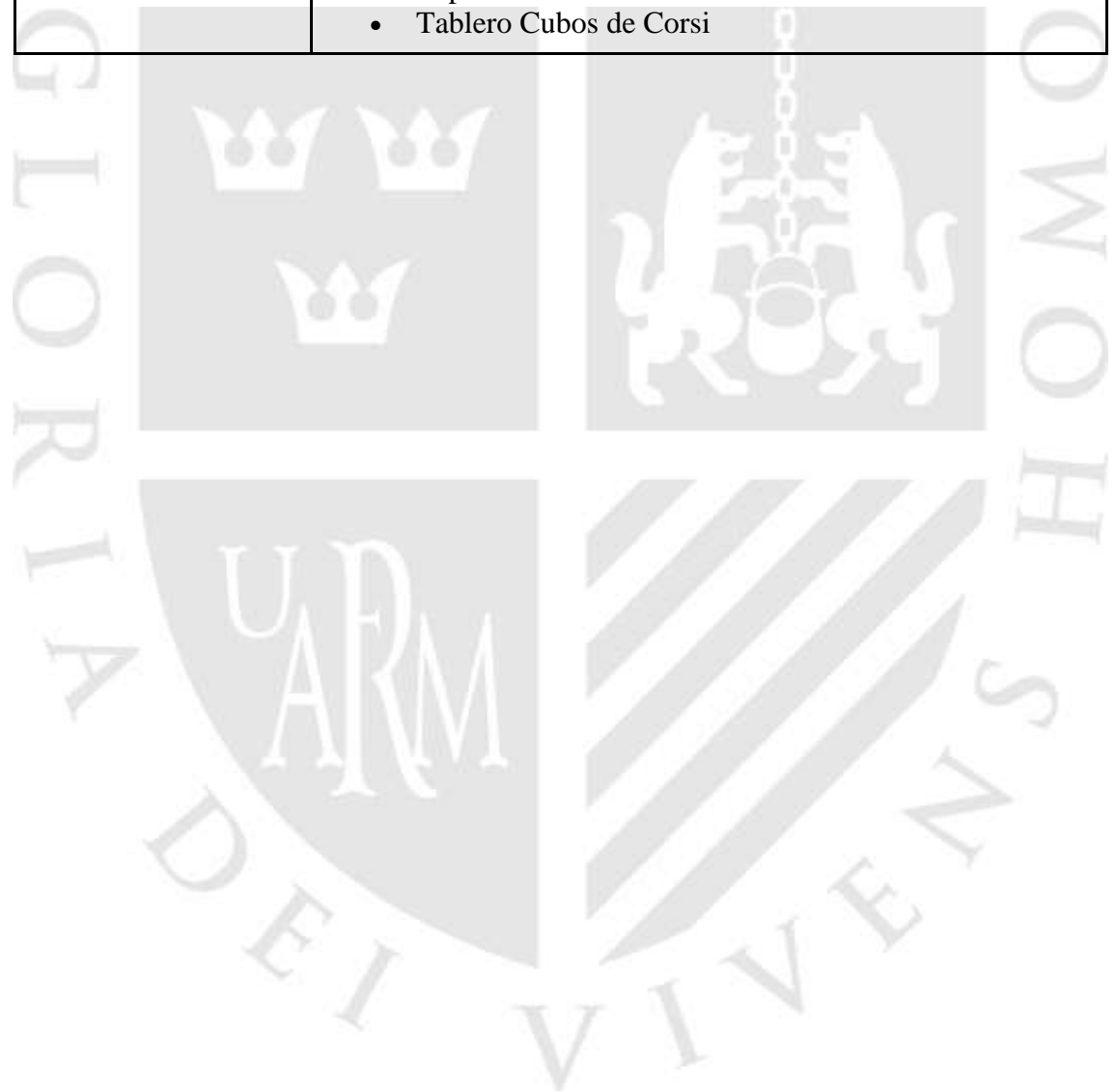
Ejercicio	Objetivo principal	Incide en estas habilidades en el aula
<p><b>Sky Gym</b></p> 	Distinguir y secuenciar barridos de sonido	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprensión de lenguaje (ej. Recordar y seguir instrucciones)</li> <li>• Conciencia fonémica</li> </ul>
<p><b>Moon Ranch</b></p> 	Identificar cuándo una nueva sílaba interrumpe una sílaba repetida	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprensión de lenguaje</li> <li>• Conciencia fonémica</li> </ul>
<p><b>Hoop Nut</b></p> 	Identificar la sílaba de destino correcto después de escuchar dos opciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conciencia fonémica</li> <li>• Relación sonido-letra</li> </ul>

<p><b>Whalien Match</b></p> 	<p>Relacionar las parejas de las palabra o sílabas dichas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conciencia fonémica</li> <li>• Relación sonido-letra</li> </ul>
<p><b>Robo-Dog</b></p> 	<p>Relacionar palabras dichas a las imágenes</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprensión de lenguaje</li> <li>• Conciencia fonémica</li> <li>• Vocabulario</li> </ul>
<p><b>Ele-Bot</b></p> 	<p>Comprensión de las oraciones dichas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Convenciones del inglés (ej. Gramática)</li> <li>• Vocabulario</li> <li>• Narración y comprensión de la historia</li> </ul>
<p><b>Space Commander</b></p> 	<p>Seguir las instrucciones dichas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprensión de lenguaje</li> <li>• Narración y comprensión de la historia</li> </ul>

## ANEXO N° 6: FICHA TÉCNICA DEL CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN

<b>FICHA TÉCNICA DEL CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN</b>	
Nombre del Test	Cuestionario de evaluación de Memoria de Trabajo
Cuestionario inspirado en los siguientes instrumentos de evaluación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Retención de dígitos: directos e inversos               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Wechsler Memory Scale</li> </ul> </li> <li>• Cubos de Corsi: directos e inversos</li> <li>• Test de Rey               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ AVLT - auditivo verbal</li> </ul> </li> <li>• Memoria Auditiva Inmediata               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Cordero Pando</li> </ul> </li> </ul>
Cuestionario elaborado por:	Patricia Ximena de la Puente Estremadoyro Delia Pilar Valencia Castagnola
Validación de expertos	Alberto Alegre Bravo Herlita Del Castillo Arroyo Ezequiel Gleichgerrcht Susana Lingán Huamán Solange Otiura
Objetivo	Evaluar la memoria de trabajo para conocer en qué nivel se encuentra esta capacidad cognitiva en cada individuo teniendo en cuenta la evaluación de las tres dimensiones de la memoria de trabajo, con la finalidad de determinar su funcionalidad antes de una intervención.
Aspectos que evalúa	Las tres dimensiones de la memoria de trabajo serán evaluadas de acuerdo a los ítems propuestos cuestionario. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bucle fonológico - Test de Rey y Retención de dígitos</li> <li>• Agenda visoespacial - Cubos de Corsi</li> <li>• Ejecutivo Central - Memoria Auditiva Inmediata</li> </ul>
Edad de aplicación	De 9 años hasta la adultez
Ámbito de aplicación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Centros educativos</li> <li>• Clínica</li> </ul>

Aplicación de la prueba	Individual - Pre test - Post test
Duración de la prueba	40 minutos aproximadamente
Materiales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manual de aplicación para la evaluadora</li> <li>• Protocolo de registro de respuestas - individual por estudiante</li> <li>• Lápiz</li> <li>• Tablero Cubos de Corsi</li> </ul>



## **ANEXO N° 7: MANUAL DE APLICACIÓN DEL CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN**

### **CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN DE MEMORIA DE TRABAJO** **PARA ESTUDIANTES DE PRIMARIA** **MANUAL DE APLICACIÓN**

#### **1. RETENCIÓN DE DÍGITOS**

##### **DESCRIPCIÓN:**

Evalúa la atención-concentración del individuo y su memoria de trabajo.

El objetivo de prueba consiste en saber cuántos bits de información una persona es capaz de atender al mismo tiempo y repetirlos en orden tanto directo como inverso.

La prueba se encuentra organizada en series numéricas del 1 al 9. Dichas series se leerán a una velocidad de uno por segundo, evitando agrupar los números en parejas (ej. 2-5 ,6-3) o en secuencias que puedan servir de ayuda para la repetición.

Se inicia la presentación con la secuencia de dos números y se continúa con series cada vez más complejas. La prueba finaliza cuando el evaluado falla en la repetición correcta de todos los números.

##### **MATERIALES:**

Manual de aplicación

Protocolo de registro de respuestas

##### **PUNTUACIÓN:**

Se asignará 1 punto a la respuesta correcta y 0 puntos a la respuesta incorrecta o ausencia de respuesta.

La puntuación total tanto para orden directo como inverso se obtiene sumando los reactivos correctos.

La puntuación de secuencia más larga tanto para orden directo como inverso se obtiene de la secuencia con mayores dígitos recordada.

### 1.a. DÍGITOS DIRECTOS

Ensayo de prueba:

5	6	
2	6	9

a)	2	9							
b)	3	8	6						
c)	3	4	1	7					
d)	8	4	2	3	9				
e)	3	8	9	1	7	4			
f)	5	1	7	4	2	3	8		
g)	1	8	4	5	9	7	6	3	
h)	5	3	8	7	1	2	4	6	9

### 1.b. DÍGITOS INVERSOS

Ensayo de prueba:

3	7	
5	9	6

a)	3	7							
b)	7	4	9						
c)	8	5	2	7					
d)	2	9	6	8	3				
e)	5	7	2	9	4	6			
f)	8	1	5	9	3	6	2		
g)	3	9	8	2	5	1	4	7	
h)	7	2	8	5	4	6	7	3	

## 2. CUBOS DE CORSI

### DESCRIPCIÓN:

Evalúa la memoria visoespacial.

El objetivo de la prueba es medir la capacidad de almacenamiento de la memoria espacial a corto plazo y el aprendizaje de la memoria espacial de trabajo.

La prueba consiste en que el examinador tocará los cubos según una de las secuencias predeterminadas, comenzando de dos a nueve elementos, aumentando la complejidad. El evaluado deberá tratar de reproducir la secuencia correctamente, tanto de forma directa como inversa.

El evaluado debe “re-tocar” la secuencia señalada por el evaluador. Si el sujeto no logra “re-tocar” tres ítems consecutivos, se finaliza la prueba.

### MATERIAL:

Nueve cubos de 2.5 cm

Tablero de 25.4 x 27.94 cm

Manual de aplicación

Protocolo de registro de respuestas

### **PUNTUACIÓN:**

Se asignará 1 punto a la respuesta correcta y 0 puntos a la respuesta incorrecta o ausencia de respuesta.

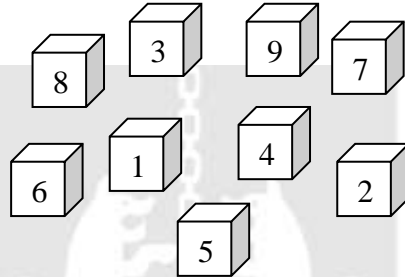
La puntuación total tanto para orden directo como inverso, se obtiene sumando los reactivos correctos.

La puntuación de secuencia más larga tanto para orden directo como inverso se obtiene de la secuencia con mayor dígitos recordada.

### **2.a. ORDEN DIRECTO**

Ensayo de prueba:

2	8	
1	4	8

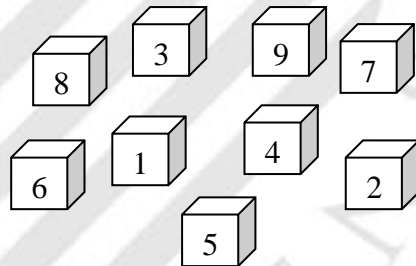


a)	3	6							
b)	4	7	9						
c)	2	5	9	7					
d)	4	1	5	8	3				
e)	6	1	3	4	8	5			
f)	7	9	2	4	6	1	8		
g)	9	2	1	4	7	8	5	3	
h)	3	5	6	9	7	1	2	4	8

### **2.b. ORDEN INVERSO**

Ensayo de prueba:

2	1	
5	7	4



a)	6	4							
b)	2	5	9						
c)	8	4	9	3					
d)	9	7	8	5	2				
e)	3	6	7	1	9	4			
f)	4	5	7	9	2	8	1		
g)	3	1	7	9	5	4	8	2	
h)	6	9	1	7	3	2	5	8	4

### **3. TEST DE REY (AVLT)**

#### **DESCRIPCIÓN:**

Evalúa la capacidad de retención de la información

El objetivo de la prueba es medir la memoria episódica verbal a corto plazo.

El evaluador leerá 15 palabras a razón de una por segundo e irá anotando el orden en que el evaluado irá mencionando las palabras, así como las palabras que pudo haber incluido en cada intento.

**MATERIAL:**

Manual de aplicación  
 Protocolo de registro de respuestas

**PUNTUACIÓN:**

La puntuación para cada ensayo es el número total de respuestas correctamente recordadas.

La puntuación total es la suma del total de recuerdos en cada lista.

Se considera como puntuaciones normales que el evaluado obtenga 6 recuerdos en la primera lista.

	<b>INTENTO 1</b>	<b>INTENTO 2</b>	<b>INTENTO 3</b>
<b>TAMBOR</b>			
<b>CORTINA</b>			
<b>CAMPANA</b>			
<b>CAFÉ</b>			
<b>ESCUELA</b>			
<b>PADRE</b>			
<b>LUNA</b>			
<b>JARDÍN</b>			
<b>SOMBRERO</b>			
<b>CAMPESINO</b>			
<b>NARIZ</b>			
<b>PAVO</b>			
<b>COLOR</b>			
<b>CASA</b>			
<b>RÍO</b>			
<b>TOTAL</b>			
<b>PALABRAS INCLUIDAS EN CADA INTENTO</b>			

**4. PRUEBA DE MEMORIA AUDITIVA INMEDIATA (MAI) POR CORDERO PANDO**

**DESCRIPCIÓN:**

Evalúa el recuerdo inmediato de ideas verbales.

El objetivo de la prueba es descubrir hasta qué punto el evaluado es capaz de reconocer los detalles de un relato de una presentación auditiva, manteniendo una secuencia lógica.



**MATERIAL:**

Manual de aplicación

Protocolo de registro de respuestas

**PUNTUACIÓN:**

Se asignará 1 punto por cada idea recordada. La media es de 9 puntos por párrafo

**4.a. PRIMER PÁRRAFO: (23 puntos)**

Ana Pérez/del barrio/del Rímac/empleada/como una mujer de limpieza/en unas oficinas/declaró/en la comisaria/que la pasada noche/había sido asaltada/en una calle de la ciudad/y le habían robado/2000/Ella tiene cuatro/hijos menores/debe el alquiler de la casa/y la familia/lleva 2 días/ sin comer/Los policías conmovidos por la historia de la mujer/abrieron una colecta/ a su favor.

Número de ideas correctamente memorizadas: \_\_\_\_\_

**4.b. SEGUNDO PÁRRAFO: (23 puntos)**

El transatlántico/ americano/ Buenos Aires/chocó/ contra una mina/el lunes/por la tarde/cerca de Marsella/a pesar de/ una fuerte tormenta/de nieve/y la oscuridad/los 60 pasajeros, incluyendo 18/mujeres/fueron rescatados/aunque los botes/eran violentamente sacudidos/como corchos/sobre las grandes olas/Todos fueron llevados a puerto/al día siguiente/por un buque francés.

Número de ideas correctamente memorizadas: \_\_\_\_\_

**ANEXO N° 8: PROTOCOLO DE REGISTRO DE RESPUESTAS  
DEL CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN**

**CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN DE MEMORIA DE TRABAJO PARA  
ESTUDIANTES DE PRIMARIA  
PROTOCOLO DE REGISTRO DE RESPUESTAS**

Nombre y apellido \_\_\_\_\_

Fecha de nacimiento \_\_\_\_\_ Edad \_\_\_\_\_

Colegio \_\_\_\_\_ Grado \_\_\_\_\_

**1. RETENCIÓN DE DÍGITOS**

**1.a. DÍGITOS DIRECTOS**

**INSTRUCCIONES:**

“Voy a decirte algunos números. Escucha con atención y cuando termine cada secuencia me la repites.”

Ensayo de prueba:

5	6	
2	6	9

CORRECTO	INCORRECTO

a)	2	9							
b)	3	8	6						
c)	3	4	1	7					
d)	8	4	2	3	9				
e)	3	8	9	1	7	4			
f)	5	1	7	4	2	3	8		
g)	1	8	4	5	9	7	6	3	
h)	5	3	8	7	1	2	4	6	9

REACTIVOS	CORRECTO	INCORRECTO
a)		
b)		
c)		
d)		
e)		
f)		
g)		
h)		
TOTAL		

Puntuación secuencia más larga: \_\_\_\_\_

## 1.b. DÍGITOS INVERSOS

### INSTRUCCIONES:

“Voy a decirte algunos números. Escucha con atención y cuando termine me los repites al revés”.

Ensayo de prueba:

3	7									CORRECTO	INCORRECTO
5	9	6									

a)	3	7																		
b)	7	4	9																	
c)	8	5	2	7																
d)	2	9	6	8	3															
e)	5	7	2	9	4	6														
f)	8	1	5	9	3	6	2													
g)	3	9	8	2	5	1	4	7												
h)	7	2	8	5	4	6	7	3	9											

REACTIVOS	CORRECTO	INCORRECTO
a)		
b)		
c)		
d)		
e)		
f)		
g)		
h)		

Puntuación secuencia más larga: \_\_\_\_\_

## 2. CUBOS DE CORSI

### 2.a. ORDEN DIRECTO

#### INSTRUCCIONES:

“A continuación voy a tocar unos cuantos cubos en un orden determinado. Debes fijarte atentamente para que cuando yo termine, los toques en el mismo orden en el que yo los he tocado”.

Ensayo de

2	8								
1	4	8							

prueba:

a)	3	6																		
b)	4	7	9																	
c)	2	5	9	7																
d)	4	1	5	8	3															
e)	6	1	3	4	8	5														
f)	7	9	2	4	6	1	8													
g)	9	2	1	4	7	8	5	3												
h)	3	5	6	9	7	1	2	4	8											

REACTIVOS	CORRECTO	INCORRECTO
a)		
b)		
c)		
d)		
e)		
f)		
g)		
h)		

Puntuación secuencia más larga: \_\_\_\_\_

## 2.b. ORDEN INVERSO

### INSTRUCCIONES:

“A continuación voy a tocar unos cuantos cubos en un orden determinado. Debes fijarte atentamente para que cuando yo termine, los toques al revés de cómo yo los he tocado”.

Ensayo de

2	1	
5	7	4

prueba:

	REACTIVOS	CORRECTO	INCORRECTO
a) 6 4	a)		
b) 2 5 9	b)		
c) 8 4 9 3	c)		
d) 9 7 8 5 2	d)		
e) 3 6 7 1 9 4	e)		
f) 4 5 7 9 2 8 1	f)		
g) 3 1 7 9 5 4 8 2	g)		
h) 6 9 1 7 3 2 5 8 4	h)		

Puntuación secuencia más larga: \_\_\_\_\_

## 3. Prueba DE REY (AVLT)

### INSTRUCCIONES:

#### 3.a. INTENTO 1

“A continuación voy a leer una lista de palabras. Escucha con atención, ya que cuando termine deberás decirme todas las palabras de las que te acuerdes. No importa el orden en el que las diga. No es necesario que las diga en el mismo orden en el que yo las he dicho”.

No es conveniente incluir en las instrucciones la siguiente información ya que puede aumentar el nivel de estrés:

*“No te preocupes si no recuerdas todas las palabras, ya que es normal que no recuerdes todas la primera vez. Intenta recordar tantas cuanto puedas”.*

#### 3.b. INTENTO 2

**Comienza cuando el alumno ya no recuerda más palabras en el intento 1.** Deberá anotarse el orden de recuerdo de las palabras.

“Ahora voy a leer la misma lista otra vez. Cuando termine, deberás decirme de nuevo cuantas palabras recuerdas, incluyendo las palabras que ya dijiste antes. No importa el orden en que las digas”.

Estas instrucciones es necesario darlas porque algunas personas asumen que no deben decir las palabras que ya dijeron anteriormente.

### 3.c. INTENTO 3

Mismas instrucciones del segundo intento. Se le puede preguntar al alumno cuántas palabras cree que será capaz de recordar en la siguiente presentación. Esta variación no interfiere con el proceso de recuperación de la información.

	INTENTO 1	INTENTO 2	INTENTO 3
TAMBOR			
CORTINA			
CAMPANA			
CAFÉ			
ESCUELA			
PADRE			
LUNA			
JARDÍN			
SOMBRERO			
CAMPESINO			
NARIZ			
PAVO			
COLOR			
CASA			
RÍO			
TOTAL			
<b>PALABRAS INCLUIDAS EN CADA INTENTO</b>			

### 4. PRUEBA DE MEMORIA AUDITIVA INMEDIATA (MAI) POR CORDERO PANDO

#### INSTRUCCIONES:

“Voy a leer una pequeña historia de 4 a 5 líneas. Escúchala con atención porque cuando termine te pediré que me vuelvas a contar lo que te he leído”

#### 4.a. PRIMER PÁRRAFO: (23 puntos)

Ana Pérez/del barrio/del Rímac/empleada/como una mujer de limpieza/en unas oficinas/declaró/en la comisaria/que la pasada noche/había sido asaltada/en una calle de la ciudad/y le habían robado/2000/Ella tiene cuatro/hijos menores/debe el alquiler de la casa/y la familia/lleva 2 días/ sin comer/Los policías conmovidos por la historia de la mujer/abrieron una colecta/ a su favor.

Número de ideas correctamente memorizadas: \_\_\_\_\_

#### 4.b. SEGUNDO PÁRRAFO: (23 puntos)

El transatlántico/ americano/ Buenos Aires/chocó/ contra una mina/el lunes/por la tarde/cerca de Marsella/a pesar de/ una fuerte tormenta/de nieve/y la oscuridad/los 60 pasajeros, incluyendo 18/mujeres/fueron rescatados/aunque los botes/eran violentamente sacudidos/como corchos/sobre las grandes olas/Todos fueron llevados a puerto/al día siguiente/por un buque francés.

Número de ideas correctamente memorizadas: \_\_\_\_\_