

Comparación en el desempeño de pruebas neuropsicológicas sistematizadas y de lápiz y papel en una muestra de estudiantes de psicología de la Pontificia Universidad Javeriana sede Bogotá.

Natalia Brandwayn Briceño, Ricardo Macías Bohórquez y David Restrepo Vélez

Director: César Andrés Acevedo Triana

Pontificia Universidad Javeriana  
Facultad de Psicología



Noviembre 2015

## Resumen

Este documento consta de la comparación del desempeño y proceso de aplicación de pruebas neuropsicológicas en formato virtual y lápiz y papel (Stroop, Números y letras WAIS IV, dígitos WAIS IV, anillas, cubos WAIS III, localización espacial WMS III, clavijas, estrella invertida y d2), el cual se realizó buscando exponer la influencia de los diferentes formatos de aplicación en los resultados y dilucidar las diferentes variables que influyen en el proceso de aplicación. Para lo cual a una muestra de 41 estudiantes de psicología, le fueron aplicadas una serie de pruebas neuropsicológicas, en una modalidad inicial, bien sea virtual o física y ocho días más tarde la segunda modalidad de estas, realizando un contrabalanceo del orden de las aplicaciones según el formato de aplicación inicial.

El análisis de datos, a través de una prueba T para muestras relacionadas y un ANOVA a una vía para controlar el aumento del error tipo I, se realizó para ver el efecto del momento de aplicación y el medio de aplicación, permitiendo dilucidar diferencias en los resultados de las pruebas, a partir de los cuales se llegó a establecer que los procesos cognitivos utilizados, son diferentes en las dos modalidades, ya que, aparentemente cada canal de recepción y evocación de información genera un impacto diferente en las respuestas, lo cual llevó finalmente al planteamiento de interrogantes sobre el impacto y las posibles diferencias que puede llegar a tener cada canal de recepción y evocación de información en el desempeño en este tipo de pruebas.

## Tabla de contenidos

Resumen .....	1
Introducción .....	5
Justificación .....	6
Marco teórico .....	9
Historia de las pruebas psicométricas .....	9
Inicios de las pruebas psicométricas en Colombia .....	10
Historia de las pruebas informatizadas .....	14
Constructos o funciones evaluados en las pruebas .....	16
Atención .....	16
Memoria .....	18
Motricidad .....	20
Funciones ejecutivas.....	23
Objetivos .....	26
Objetivo General.....	26
Objetivos Específicos.....	26
Método.....	27
Diseño.....	27
Hipótesis.....	27
Participantes.....	27
Instrumentos .....	27
Instrumentos para la comparación de pruebas virtuales y físicas .....	28
Instrumentos para la evaluación del reaprendizaje .....	35

Herramientas utilizadas para la aplicación de instrumentos en formato virtual.....	39
Procedimiento.....	41
Diseño de pruebas.....	41
Recolección de datos.....	41
Plan de análisis.....	43
Resultados .....	44
Discusión.....	66
Conclusiones .....	73
Referencias .....	78
Anexos.....	86

### **Agradecimientos.**

A nuestras familias que nos han acompañado y apoyado en nuestros sueños.

A nuestro director de tesis César Andrés Acevedo por hacernos partícipes de esta investigación, acompañarnos y guiarnos en el proceso de formulación y realización de este trabajo.

A la profesora Adriana Marcela Martínez por su amable colaboración y apoyo en el entrenamiento de aplicación de pruebas, la realización y corrección a nivel teórico.

A Sandra Milena Murillo por su disposición y colaboración en todo lo que fue necesario para nuestras aplicaciones.

Gracias por su conocimiento, apoyo y paciencia.

## **Comparación en el desempeño de pruebas neuropsicológicas sistematizadas y de lápiz y papel en una muestra de estudiantes de psicología de la Pontificia Universidad Javeriana sede Bogotá**

### **Introducción**

A lo largo del desarrollo histórico de la psicología, esta ha ido progresando de la mano con el avance de la ciencia y la tecnología, llegando a un momento en el cual el uso de recursos virtuales y las herramientas computarizadas se ha integrado a la construcción de conocimiento y a sus aplicaciones.

En este orden de ideas, las herramientas virtuales han encontrado cabida no solo en el ámbito investigativo, organizacional y gerencial sino también en ámbito de la medición y evaluación psicológica, permitiendo el control de variables que no se podrían o se dificultaba controlar por medio de los formatos manuales de las pruebas psicológicas y neuropsicológicas, como lo son el tiempo de aplicación, los posibles errores al momento de recoger resultados, la calidad de feedback y la experticia o elementos cualitativos del evaluador que pueden generar sesgos en la evaluación.

Es por esto que se propone este trabajo con el fin de comparar los modos de aplicación de las pruebas virtualizadas con las pruebas de lápiz y papel para exponer si los resultados de una y otra modalidad son equiparables. Teniendo en cuenta la utilidad de estas en el ámbito de la evaluación y la investigación, exponiendo claramente las diferencias que puedan surgir en el momento de aplicación y en la obtención de resultados al momento de pasar una prueba de un formato a lápiz y papel o manual a un formato virtual.

## Justificación

Dentro de la psicología el uso de pruebas psicométricas ha sido altamente relevante para el desarrollo de conocimiento e investigación (Mikulic, 2006a) Con el paso del tiempo y los grandes desarrollos en informática, se ha planteado que éstos pueden ayudar a la psicología en su desarrollo, aplicación e interpretación de pruebas psicométricas, convirtiéndose en un método alternativo de evaluación e incluso un suplemento a las formas tradicionales “a lápiz y papel” de las tareas propias de la evaluación psicométrica (Jeong, 2014) . Es por esto que se buscó por medio de este trabajo comparar el desempeño de pruebas informatizadas al mismo nivel que las pruebas “en papel y lápiz”.

En este orden de ideas es relevante citar a Lozzia, Abal, Blum, Agurri, Galivert, & Attorresi (2009) quienes hacen referencia a la evaluación psicológica como un proceso en el que la rigurosidad destaca como una de sus características principales, al igual que la importancia de la evaluación métrica de los test utilizados para esta. Es en este punto que se destaca la conveniencia de este tipo de estudios al se considerarse relevante controlar la mayor cantidad de variables y no permitir que variables no controladas afecten la medición, evitando errores que pueden llevar a la disminución de esta rigurosidad, para lo cual se realizó la adaptación de las pruebas en formato físico a uno informatizado, buscando reducir sesgos y evitar los errores anteriormente mencionados por medio de una estandarización en términos de aplicación y corrección.

En términos de valor teórico, es importante resaltar también que al analizar la historia de las pruebas informáticas, se puede ver un desarrollo de estas que va a la par del desarrollo de nuevas tecnologías, este desarrollo tiene la ventaja de poder potenciar y complementar el alcance que tienen las pruebas en formato tradicional (Richards, 2013). En el caso de las pruebas

psicométricas informatizadas, estos desarrollos permiten generar una réplica cada vez más exacta de pruebas físicas con la posibilidad de ser más flexibles y dinámicas adaptándose a los resultados de cada evaluado y a las necesidades de los evaluadores por medio de variabilidad en la presentación de estímulos, los tiempos de respuesta específicos o el feedback oportuno, convirtiendo la evaluación en un proceso más controlado (Olea & Abad, 2010) lo que permite además abarcar una población más amplia y en un menor tiempo, sin incurrir en errores metodológicos (Lozzia et al., 2009).

Es por esto que se observan algunas ventajas fundamentales en términos a las implicaciones prácticas que tienen las pruebas psicológicas informatizadas sobre las pruebas físicas, las cuales son: menor tiempo de aplicación, mejor medición de tiempos, menor longitud, mayor rapidez en la corrección de las pruebas, mejor adaptación a las nuevas generaciones, capacidad de procesar una gran variedad de aplicaciones, la capacidad de proveer puntajes y retroalimentación en tiempo real, es decir proveer feedback inmediato, facilitar el uso de métodos de evaluación individualizados basados en las aptitudes de cada evaluado y reducir el costo de la aplicación de estas (Jeong, 2014; Lozzia et al., 2009). Adicionalmente a éstas, en términos de los puntajes de las pruebas, por medio de un sistema de aplicación virtualizado se pueden reducir los errores de precisión en la obtención y calificación de resultados, aumentando así la medida de la precisión en el formato virtual sobre el manual (Sands, Waters, & McBride, 1999) por lo que se obtienen datos más confiables (Jeong, 2014).

Así mismo en torno a la utilidad metodológica es importante destacar la posibilidad que tienen las pruebas en formato virtualizado de asociarse directamente con medidas fisiológicas en tiempo real como puede ser el mapeo o seguimiento psicomotor o la medición de cambios en el ritmo cardíaco y movimientos oculares, permitiendo así asociar los estímulos, tiempos y



respuestas con reacciones corporales proporcionando información adicional valiosa para las pruebas, estos efectos se han demostrado en estudios como los de Sands et al, (1999) en pruebas de selección de aptitudes en ámbitos militares. Estas ventajas son parte esencial de lo que se buscó mostrar y sustentar por medio de la comparación de resultados en cada una de las modalidades de aplicación en el presente trabajo.

Sin embargo, es importante resaltar que no se puede asumir que las propiedades psicométricas siguen siendo las mismas después de la adaptación; puesto que la forma de administración, las condiciones de administración y el control de variables se reduce externamente pero pueden incrementar internamente en el instrumento (Holländare, Andersson, & Engström, 2010) Es por esto que al momento de adaptar a medios virtuales o informatizados las pruebas a papel y lápiz, es necesario comparar y determinar la equivalencia de los resultados de dichas pruebas (Noyes & Garland, 2008).

Otra ventaja en cuanto a las implicaciones prácticas se puede observar en la posibilidad de realizarse las pruebas virtualizadas a través de un computador, sin necesidad de tener consigo una batería de pruebas físicas. Además, en términos del evaluador, este podría no estar presente de forma permanente dando las instrucciones y aplicando la prueba, sino que puede ser apoyado por el uso de un programa, lo cual vuelve más rápido y estandarizado el proceso de aplicar e incluso puede permitir que se apliquen varias pruebas simultáneamente y sin necesidad de un contacto directo, esto es afirmado por Lozzia et al., (2009) al mencionar que “el rápido desarrollo del Internet ha acentuado la necesidad de revisar la práctica profesional con respecto a los principios éticos de la evaluación a través de este medio” (p.140).

Así entonces, al ser el mismo programa de aplicación para todos los sujetos, en términos metodológicos se da una aplicación organizada y estandarizada, asegurando que será

exactamente igual para todos los participantes, eliminando sesgos y variables que pueden alterar los resultados. Esta calificación computarizada es de gran importancia y sustenta su rigurosidad al tener a dos condiciones que deben cumplir las pruebas informatizadas, las cuales son: cumplir con las propiedades psicométricas adecuadas y que sus ítems se presenten y respondan en una computadora que así mismo muestre los resultados (Lozzia et al., 2009).

Teniendo en cuenta lo anterior y el uso rutinario de pruebas en formatos de papel y lápiz este trabajo pretende comparar si ¿Son los resultados de las aplicaciones de pruebas del tipo lápiz y papel equiparables a aquellos adquiridos por medio de versiones informatizadas? Teniendo en cuenta las ventajas y limitaciones de las dos.

### **Marco teórico**

Para los propósitos de este estudio, se buscó fundamentación y bagaje teórico que permitiera tener una base fuerte sobre la cual discutir y analizar los resultados que se obtengan mediante la comparación de pruebas informatizadas y a lápiz y papel, en este orden de ideas se indagó a profundidad sobre los constructos o funciones que estudia y mide cada una de las pruebas que se utilizaron y se complementó con una explicación a grandes rasgos de los programas utilizados para la realización de la sistematización de estas pruebas.

Así mismo, se contextualiza el estudio por medio de una revisión de la historia de las pruebas psicométricas, para así tener puntos de partida y comparación para la población que se toma para el presente trabajo.

#### **Historia de las pruebas psicométricas.**

En concordancia con la Dra. Isabel M. Mikulic (2006) de la Universidad de Buenos Aires, el origen de las pruebas como parte de la evaluación psicológica se remontan a la sociedad francesa del siglo XX en donde el reconocido Alfred Binet y sus colegas desarrollaron

una prueba para poder ayudar a clasificar y ubicar a los niños parisinos de aquel entonces en los grados escolares apropiados. Esta prueba tuvo influencia internacional y fue traducida para su uso en Estados Unidos, donde las pruebas psicológicas estaban siendo utilizadas primordialmente en el ámbito militar con el objetivo de examinar grandes masas en poco tiempo tratando de certificar que los nuevos integrantes del ejército no tenían ni tendrán problemas a nivel emocional o intelectual (Mikulic, 2006b).

En la década de 1950 y principios de 1960 se dio un auge en el uso y la investigación acerca de las pruebas psicométricas, tanto así que estas se empezaron a implementar en escuelas, hospitales, instituciones de salud mental, empresas gubernamentales y por supuesto en el ámbito militar, esto venía avanzando así desde la época de 1945, en el auge de la segunda guerra mundial, donde se inició la distinción entre el término “prueba” y la “evaluación psicológica” definiendo la segunda como una integración de datos relacionados con la valoración de un constructo psicológico a partir de herramientas de medición llamadas pruebas. Dentro de estas herramientas se encuentran actualmente las entrevistas, estudios de caso, las observaciones y las mediciones psicofisiológicas, entre otros, así la prueba se define actualmente como un proceso que mide variables relacionadas con un constructo psicológico por medio de dispositivos especiales o procedimientos para obtener una muestra de comportamiento, según Cohen y Swerdlik (2001), citados en (Mikulic, 2006b).

En este orden de ideas, también es pertinente señalar que un test es entendido como “un instrumento de evaluación cuantitativa de atributos psicológicos” según lo definido por Anastasi y Urbina (1998), citados por Mikulic (2006); así mismo la APA (1999) citada en Mikulic (2006), los define como una metodología evaluativa por medio de la cual, un comportamiento específico, puede ser medido, evaluado y puntuado por un proceso estandarizado.

### **Inicios de las pruebas psicométricas en Colombia.**

En concordancia con José Rodríguez Valderrama (1997) en su recolección histórica para la Universidad Nacional, “el desarrollo histórico de la psicología en Colombia, está íntimamente ligado con la medición” (p.1), situando las primeras aproximaciones a la disciplina en el año de 1939 concuerda con lo expuesto por Benjamín Giraldo y Olga Rosalba Rodríguez (1997), al exponer que con la llegada de la psicóloga Española Mercedes Rodrigo en el año en cuestión se da inicio a los estudios psicométricos, inicialmente ligados con la Universidad Nacional de Colombia y específicamente su Facultad de Medicina. Así, sus aportes se dan desde esta institución y la inauguración del Instituto de Psicología Aplicada el cual por principio cumplía con el propósito de entrenar psicólogos para ser capaces de aplicar y calificar pruebas de medición y evaluación, aplicables inicialmente en el área de la educación, la selección de personal y la clínica (Rodríguez, 1997).

Se puede situar una primera etapa del desarrollo de la disciplina psicométrica entre el año de 1939 y 1950 donde los desarrollos en psicología avanzaban en esta área, principalmente desde lo que se llamaba como Psicotecnia que empezó con la medición de características físicas corporales y sensoriales muy ligadas a lo fisiológico por su estrecha relación con la facultad de medicina. Sin embargo, los avances en términos estadísticos son los más relevantes en el área de la psicología para esta época ya que se calculaban las medias, medianas, cuartiles y demás datos estadísticos, los cuales se graficaban y se relacionaban con la llamada “Campana de Gauss” las cuales dieron bases fuertes a los que posteriormente se desarrolló en el área de la psicotecnia (Rodríguez, 1997).

Mercedes Rodrigo vuelve a tomar relevancia en este sentido al dar inicio a las mediciones con estudiantes, dando cabida a diferentes medidas tanto de tendencia como de correlación con

medidas de pruebas estandarizadas a nivel internacional, como lo eran las escalas globales de inteligencia creadas por Spearman y la teoría multifactorial de inteligencia de León Thurstone. Otros test muy importantes en su aplicación y traducción en términos de validez ecológica fueron los *Army Test*, los cuales fueron desarrollados para el ejército Norteamericano para la primera Guerra Mundial y caso de aplicaciones de test atencionales como el de Toulouse-Pieron (Rodriguez, 1997).

Son estos avances, los que Rodriguez, (1997), considera como los antecesores de lo que más tarde serían llamados pruebas de aptitud, incluyendo aquellas de índole académico, iniciando así el proceso de creación de cuestionarios estandarizados para la evaluación de la calidad de la educación superior, las actuales pruebas “Saber Pro” al dar origen al Servicio Nacional de Pruebas. A partir de 1940 los aportes e instituciones de Mercedes Rodrigo fueron dando lugar a instituciones diferentes como el Instituto de Psicología Aplicada, el cual desde entonces se encargó de hacer selección para la admisión a carreras en diversas universidades, iniciando en la propia Universidad Nacional.

Los primeros test utilizados para la evaluación de los aspirantes a la educación superior fueron según Rodriguez (1997), “el Test de Thurstone, el Multimental y el de Toulouse-Piéron. Según la carrera que pensaren estudiar presentaban, el de Aptitud Médica, el Minnesota Paper Board, o el de Lahy-Rodrigo” las cuales se fueron diversificando y especializando según el área de interés por el Servicio Nacional de pruebas, ya adscrito al ICFES, en los últimos años de esta década se incluyeron diversas pruebas, incluyendo incluso algunas de personalidad.

En 1951 se dio el retiro obligatorio de Mercedes Rodrigo por lo que la dirección del instituto de psicología aplicada a un médico llamado Hernán Vergara Delgado (Giraldo & Rodriguez, 1997), en esta década se perdieron muchos de los archivos de los trabajos de la Dra.

Rodrigo por la interrupción de los trabajos en medición psicológica en varias áreas incluyendo la educativa. Por esto en concordancia con Rodríguez (1997), esta es considerada una década muerta para el desarrollo psicométrico Colombiano, sin embargo la ventaja radica en lo expresado por el mismo autor en la siguiente cita “el Instituto, ya sin el apelativo de ‘Psicología Aplicada’, sino meramente de ‘Psicología’, adquirió la capacidad de hacer docencia e inició en 1949 la formación profesional que cuatro años más tarde, al finalizar el año de 1952, culminara con el otorgamiento de los títulos de Licenciado en Psicología” (p,4).

De aquí en adelante son importantes los desarrollos en test como el Barsit, nombre que se le dio al test rápido de Barranquilla, la cual es una versión en español del *Self Adminestireng Test Of Mental Ability*; las versiones en español de los test de aptitud y el *Strong Interest Bank*, ya no solo en Barranquilla sino también en Medellín logrando así que a partir de los últimos años de esta década se “intensifique el uso de instrumentos de medición para la orientación vocacional y profesional” (Rodríguez, 1997, p.5). Ya en la década de los sesenta toma protagonismo otro personaje importante en la psicometría Colombiana, el Dr. Woyono, fundador del instituto Pestalozzi y el laboratorio psicotécnico de Ernesto Amador Barriga el cual seguía un modelo psicotécnico Europeo.

En 1962 la Ford Foundation financió la participación de un grupo de profesionales Colombianos en un Workshop en la Universidad de Princeton con el *Educational Testing Service*, los asistentes a este tuvieron sesiones de trabajo donde aprendieron a construir diferentes pruebas de aptitudes incluso semejantes a las utilizadas actualmente para el examen de SAT en Estados Unidos. A partir de esto, en las instituciones que representaban cada uno de los participantes en estos talleres se empezaron a tener programas para aprender a construir pruebas. Un año después se volvió a financiar la misma participación y en el año 1964

profesores miembros de la *Ford Foundation* hicieron una visita a todos los que participaron en los talleres y evaluaron los trabajos de construcción de pruebas que se habían emprendido a partir de estos en cada institución (Rodríguez, 1997).

Finalmente, en concordancia con Rodríguez (1997) en los años posteriores a estos avances se siguieron estos programas de desarrollo de pruebas y se generaron nuevos, los más relevantes son actualmente utilizados por la Secretaría de Educación de Bogotá para la evaluación de bachilleres y profesores, desde entonces cada institución ha tenido su desarrollo independiente en la investigación y aplicación en términos de psicometría y la aplicación de esta a la orientación profesional se ha ido popularizando cada vez más .

### **Historia de las pruebas informatizadas.**

En concordancia con Jorge Williams (2013) las pruebas psicológicas sistematizadas o informatizadas empiezan a tener sus inicios de aplicación e investigación en la década de 1960 cuando se empezaron a usar diversas técnicas de automatización en salud mental, coincidiendo con la segunda generación de computadores y sus avances. Para 1973 ya se habían desarrollado una variedad de sistemas informatizados para la evaluación y el diagnóstico psiquiátrico, incluso muchos de estos fueron expuestos en simposios. Así, a mediados de la década de 1970 se da una revolución de pensamiento desde la orientación clínica de estos procedimientos, así pasan de ser omnicomprendivos a ser más restringidos y referidos a propósitos más delimitados, ejemplo de esto pueden ser el *Camarillo State Hospital COMPSY* (Computer Support in Military Psychiatry) y el *Multi State Information System*, los cuales fueron abandonados para darle espacio a los MIS o *Management Information Systems*, los cuales no sólo eran más pequeños sino también más fáciles de utilizar y más económicos, haciéndose cada vez más especializado

en los objetivos más prioritarios para la investigación y la praxis de aquel momento (Williams, 2013).

A partir de los ochenta, con el auge de los computadores personales esta informatización de test, pruebas e incluso baterías empieza a tocar más de cerca las ciencias sociales, el caso más popular es el de las pruebas de personalidad. El impacto de estas novedosas formas de pruebas fue tal que hacia 1984 ya se tenían más de 300.000 interpretaciones virtuales anuales en América Latina. Uno de los avances más relevantes en este ámbito fue el de Zanoló en el año 1989, quien desarrolló el programa para el cuestionario de Personalidad de Eysenck y en ese mismo año realiza diversas ponencias sobre la elaboración de programas estadísticos que indican las correlaciones, los índices descriptivos y tras pruebas de diferencias como la t de Student y la A de Sandlet, todo de forma virtual con el uso de conceptos de la programación en Basic (Williams, 2013)

Más adelante, en el año 1992 otro avance significativo según Williams (2013) surgió en esta área cuando Stoloff y Couch presentaron material informatizado que se refería a programas académicos en el área de la psicología clínica, psicometría, estadística y de investigación y un año después Escurra, Delgado y Aparcana inician una nueva teoría llamada la teoría de la respuesta al ítem (TRI). En el año 2000 autores como Schuhfried presentan un catálogo de pruebas psicológicas computarizadas y ya para el año 2005 Stoddard y colaboradores fueron los primeros en evaluar por medio del internet a partir del cual se diseñaron varios modelos desde diversos paradigmas ya no sólo para la evaluación sino también para el seguimiento de tratamientos, así en los últimos años no solo de han aumentado la cantidad de programas computarizados sino que la manera de introducir la información y analizarla se ha ido modificando y actualizando de manera que ahora se ha popularizado el sistema en línea,



cambiando así el uso de grandes computadores a favor de sistemas más económicos y más accesibles al público en general los cuales además ayudan con el acceso a softwares especializados que soportan la programación de pruebas psicológicas (Williams, 2013).

### **Constructos o funciones evaluados en las pruebas**

#### **Atención.**

En concordancia con Larner (2008) la atención es una función cognitiva que se puede definir como el componente de la conciencia que distribuye la capacidad de estar alerta ante ciertos estímulos sensoriales en particular. Sin embargo es importante aclarar que la complejidad conceptual “neuroanatómica y funcional de esta función, hace que no pueda estar reducida a una simple definición o que esté ligada a una sola estructura neuroanatómica” (Estévez-González, García-sánchez, & Junqué, 1997,p.1989). Esta función, en concordancia con Villaseñor, Díaz, & Ardila, (2009) aunque está presente desde el nacimiento en forma rudimentaria, muestra un rápido desarrollo desde los primeros meses de vida y se sigue perfeccionando a medida que incrementa la edad y el nivel de escolaridad de la persona .

El sistema nervioso está constantemente en contacto con múltiples estímulos desde diferentes dominios sensoriales, pero sólo algunos reciben un nivel de conciencia y de alerta suficiente como para que la persona se dé cuenta que está atendiendo a estos. Esto se debe a que los recursos atencionales no son ilimitados y están asociados a diferentes canales, lo cual vincula directamente la atención a la intención, como se puede corroborar adicionalmente con los estudios sobre las funciones cognitivas del lóbulo frontal (Jódar-Vicente, 2004) en donde aseguran en referencia a la atención que “La focalización de la atención requiere del efecto inhibitorio permanente del córtex orbital y es imprescindible para cualquier actuación voluntaria dirigida a un fin”(p.180).

Es por esto que autores como García-Ogueta (2001) conceptualizan la atención como “un estado cognitivo dinámico que favorece el comportamiento selectivo en una situación específica de una tarea. Es la selección de la información (externa o interna) relevante a la situación...” (p.463)

En este orden de ideas, es importante resaltar que se han descrito algunas distinciones entre mecanismos atencionales, como es el caso del modelo de Sohlberg & Mateer, (2001) el cual es uno de los modelos más estudiados en neuropsicología. Este es considerado como jerárquico al postular la identificación de una serie de componentes atencionales organizados de manera tal que en el primer nivel se encuentra la atención enfocada, es decir la habilidad para responder directamente a un estímulo; en el segundo nivel se encuentra la atención sostenida, es decir la habilidad de mantener una respuesta a un estímulo de manera continua; en el tercer nivel se encuentra la atención selectiva, es decir la habilidad de responder a un estímulo, aislando otros estímulos simultáneos distractores; en el cuarto nivel se encuentra la atención alternante o la capacidad de cambiar de foco de atención y finalmente en el quinto nivel se encuentra la atención dividida la cual consta de la capacidad de responder a varios estímulos simultáneamente (Rodríguez & Castro, 2008 & Sohlberg & Mateer, 2001).

Otro término importante para el entendimiento de este proceso es el de arousal, definido como “el nivel de consciencia o alerta que se da desde las últimas etapas del sueño a la hipervigilia” (Estévez-González et al., 1997), es decir el estar lo suficientemente consciente para mantener un nivel de alerta y el Span o amplitud de atención.

El Span de atención o amplitud atencional se refiere a la cantidad de unidades de información que se pueden mantener activas en el bucle fonológico (para la información verbal), o en la agenda viso espacial (para la información visual) de una persona, funcionando estos como

almacenes atencionales “*on line*”, en la medida en que contienen la información atendida en cada instante (Ruiz-Sánchez de León, Pedrero-Pérez, Rojo-Mota, Llanero-Luque, & Puerta-García, 2011).

Así mismo, es importante citar a Estévez et al.(1997) quienes afirman que la atención es una función bilateralizada, así el hemisferio izquierdo se encarga de un control unilateral contralateral y el derecho se encarga de un control bilateral y se encarga especialmente del sistema de arousal, es decir de mantener el estado de alerta.

En términos neuroanatómicos, aunque esta función no se puede ubicar en una sola estructura debido a la complejidad de los procesos que la componen, se conceptualizan redes funcionales de esta que “implican la actividad de diversas regiones cerebrales especializadas para los propósitos y la organización de estos en el sistema” (García-Ogueta, 2001, p.463) las cuales se han podido analizar por medio de estudios de neuroimagen dando como resultado modelos como el de Posner y Petersen (1990) citados en (García-Ogueta, 2001) quienes conceptualizaron dos redes (posterior y anterior ) de la atención. “La red posterior es aquella implicada en la orientación visual de la atención y la atención focalizada incluyendo el córtex parietal posterior, el colículo superior y el núcleo pulvinar del tálamo” (p.464) mientras que la red anterior se compone de “Las zonas anteriores y adyacentes al giro cíngulo en el lóbulo frontal implicadas en la selectividad emocional, en el control de la atención, la iniciación y la inhibición de la respuesta” (p.463).

### **Memoria.**

La memoria es un proceso cognitivo de gran importancia en la vida cotidiana debido a que está encargada de codificar y almacenar la información de los estímulos medio ambientales para que luego pueda ser recuperada, evocada y utilizada en cubrir las necesidades cotidianas del

sujeto, esto es expuesto por Casanova-Sotolongo, Casanova-Carrillo, & Casanova-Carrillo, (2004) & Loubon, Loubon, & Franco, (2010) quienes se refieren a la memoria como una capacidad cognitiva que permite recordar, conservar y reproducir la información adquirida, estando la memoria ligada al aprendizaje, siendo el proceso por cual el conocimiento es codificado, almacenado, consolidado y posteriormente recuperado, mostrando así como este proceso es fundamental para el aprendizaje al permitir un mantenimiento del conocimiento en términos temporales.

Es también relevante el aporte de Casanova-Sotolongo et al., (2004) al hablar de la memoria en términos de un “proceso de retención de experiencias e información aprendida y que se involucra en todas las actividades mentales” (p.469).

Por otra parte, la memoria se ha dividido en varios subtipos según modelos de definición de esta misma, uno de ellos, el cual se tomó como base teórica en este trabajo, argumenta que “el proceso de memoria es múltiple; es decir, no es un mecanismo unitario mediatizado por un único sistema neurocognitivo, sino que en él existen diferentes tipos de memoria que difieren entre sí en diversos aspectos”(Casanova-Sotolongo et al., 2004, p.469), dentro de este modelo, se divide la memoria por tipos: la memoria a largo plazo, memoria a corto plazo y la memoria de trabajo. En concordancia con este modelo se puede definir la memoria a largo plazo como “una serie de modificaciones morfológicas y funcionales en la transmisión sináptica, llevadas a cabo en el hipocampo y en la neocorteza, a través de diferentes mecanismos neuroquímicos para fortalecer las conexiones sinápticas” (Ruiz-Contreras & Cansino, 2005p. 737). y la memoria de trabajo como la encargada de retener información en el momento, esta no necesariamente es guardada posteriormente, sino que permite manipular o hacer cálculos mentales con la información que es obtenida (Ruiz-Contreras & Cansino, 2005).

Como parte de la definición de la memoria a largo plazo, algunos autores dividen esta en memoria declarativa y memoria implícita. Donde la memoria declarativa permite almacenar conocimientos, números y hechos de manera consciente, por medio de la activación de estructuras como el hipocampo, áreas mesiales del lóbulo temporal y el diencefalo (Martínez-Castillo, Fernández, Maestu, López-Ibor, & Ortiz, 2001) siendo así posible dividirla en memoria episódica (recuerdos de eventos autobiográficos) y memoria semántica (conocimientos generales), mientras que la memoria implícita permite por medio de la activación de estructuras diferentes a las áreas mediales del lóbulo frontal y el diencefalo, guardar el recuerdo de procesos no conscientes, como lo son las habilidades motoras procedimentales relacionado con los ganglios basales (Loubon et al., 2010; Martínez-Castillo et al., 2001).

### **Motricidad.**

La motricidad, es un concepto referente a la “maduración fisiológica e intelectual que descubren la trascendencia del movimiento para conseguir la madurez psicofísica de la persona” (Benjumea, 2009, p.57). Así se determinan las acciones motrices como resultado de la integración de interacciones cognitivas con la capacidad sensorio motora del sujeto para expresarse por medio del movimiento en un contexto (Benjumea, 2009).

En concordancia con Tamara Ardanaz (Ardanaz & Berruezo, 2009) la motricidad fina corresponde a las actividades que requieren de precisión y coordinación a un mayor nivel ya que se refieren a movimientos realizados por una o varias partes del cuerpo, esta empieza a desarrollarse en el niño a partir de los 18 meses de edad.

Kagan (1998) en La Enciclopedia de adolescencia y niñez del *Gale Research Institute* define la motricidad fina incluyendo en ella los movimientos controlados y deliberados que “requieren el desarrollo muscular y la madurez del sistema nervioso central” (p.1) Es así como

dentro de la motricidad fina se encuentran varios elementos: la coordinación viso manual, la fonética, como función apoyada en aspectos corporales en los que la motricidad general de cada uno de los órganos que intervienen en este sistema es fundamental y la coordinación y automatización de los movimientos necesarios para el proceso fonético del habla (Ardanaz & Berruezo, 2009).

Es relevante entender cómo sucede la adquisición de la motricidad a lo largo del desarrollo ya que entre el primer año y los tres años de edad los niños deben desarrollar la capacidad de manipular objetos y de realizar acciones complejas por medio de esta manipulación como lo puede ser marcar un teléfono, halar cuerdas, empujar, etc. Se da también en estas edades la dominancia de lateralidad y progresivamente se empieza a adquirir la capacidad de hacer acciones más elaboradas, dibujos con patrones y manipulación de objetos de manera diferente (Kagan, J., & Ed, G. 1998). Cerca de la edad preescolar los niños desarrollan la capacidad de manipular y realizar más actividades que también involucran la motricidad gruesa.

A los tres años de edad aproximadamente, los niños ya son capaces de coger un lápiz y dibujar y hacia los cuatro años ya tienen la capacidad de manipular herramientas más complejas como las tijeras y empezar a escribir y usar mayúsculas (Kagan, J., & Ed, G. 1998). A partir de los cinco años y en adelante ya los niños han logrado avanzar en el desarrollo de las habilidades anteriormente mencionadas, perfeccionando cada vez más sus habilidades de motricidad fina, de ahí en adelante para estimular el desarrollo de este tipo de motricidad se requiere de ejercicios de planeación y uso de diversos materiales de forma recursiva, descubriendo actividades que le gusten a la persona para incentivar la motivación (Kagan, J., & Ed, G. 1998).

Partiendo de lo mencionado por Ardanaz & Berruezo, (2009) la motricidad gruesa hace referencia a acciones que se realizan utilizando la totalidad el cuerpo por medio de la

coordinación, el desplazamiento, el equilibrio y el movimiento de las diferentes extremidades corporales. De manera tal que involucra, no solo el movimiento del cuerpo, sino que este se realice de forma armónica e integrada.

La motricidad gruesa está dividida en 2 aspectos que serían el dominio corporal estático y el dominio corporal dinámico. Donde lo estático hace referencia a las actividades motoras realizadas al interior del cuerpo como respirar, autocontrol o relajación y lo dinámico es el control del cuerpo en el movimiento como la coordinación, el equilibrio o el ritmo (Ardanaz & Berruezo, 2009).

El estudio de la motricidad es importante no sólo en términos del desarrollo sino también en el estudio de las capacidades cognitivas, los procesos evolutivos del lenguaje, la cognición, la lecto-escritura y la dimensión corporal entre otros aspectos, correlacionándolos no sólo con la adquisición natural de las habilidades motrices sino también con su praxis y ejercitación por medio de diversas actividades. Esto ha sido probado en diversos estudios como es el caso del estudio llevado a cabo por la Doctora Luz Marina de La Cruz (2014) en el cual por medio de una observación realizada en un centro de desarrollo infantil del departamento de Antioquia logró evidenciar como las dificultades en el desarrollo de la motricidad en los niños influye en el desarrollo cognitivo de estos mismos y a su vez cómo estrategias que ejerciten y fortalezcan estas habilidades en términos motores puede mejorar significativamente al hallazgo de estrategias y soluciones para mejorar los déficit anteriormente planteado (De la Cruz, 2014).

Otro estudio relevante es el planteado por Edith Barberán y María Guadalupe Flores (2009) quienes correlacionan el desarrollo de la motricidad fina y gruesa con el aprendizaje de la escritura de los niños (Barberán & Flores, 2009), así como el estudio de la importancia del

desarrollo motor en relación con el lenguaje y la cognición en niños barranquilleros de 3 a 7 años realizado por Campo, (2010).

Es relevante, exponer las relaciones de la neuropsicología con el concepto de motricidad para ahondar un poco en la importancia de incluir este constructo como parte del estudio en cuestión. Benjumea (2009) expone esta relación desde las anomalías, ya que la neuropsicología necesita establecer relaciones entre estas y los comportamientos motrices, conceptualizando la motricidad como “el intermediario obligado de las relaciones entre el medio y el individuo”(p.50) y a la neuropsicología como la ciencia que estudia los interrogantes de “¿cuáles son los principios que permiten el orden de los movimientos, prever su ejecución como se conforman de habilidades motrices menos complejas?” (p. 50)

### **Funciones ejecutivas.**

Las funciones ejecutivas son entendidas según Ardila & Ostrosky (2008) como un proceso complejo que requiere de la coordinación de varios subprocesos para lograr un objetivo particular, vinculado al funcionamiento de los lóbulos frontales del cerebro (Mateo, 2005). Así los procesos frontales intactos, a pesar de no ser sinónimos del funcionamiento ejecutivo, son parte integral de esta función y estas son mediadas por redes dinámicas y flexibles. Es por esto que los estudios de neuroimagen han involucrado a regiones posteriores, corticales y subcorticales en el funcionamiento ejecutivo, para así entender que el entendimiento focalizado de una función es inservible sin tener en cuenta la red de actividad que surge para que determinado proceso surja (Roberts, Robbins & Weiskrantz (1998) citados en Ardila & Ostrosky-Solis, 2008).

Desde el punto de vista cognitivo, el término funciones ejecutivas se refiere a aquellos procesos por los cuales un individuo mejora su actuación en tareas complejas, como poder



pensar en una meta concreta, ser capaz de organizar los medios para su consecución y lograr prever sus consecuencias, para lograr así concentrarse en los puntos claves, supervisar lo realizado y continuar o modificar la actuación dependiendo de la meta a la cual se quiera llegar (Beldarrain, 2013).

Otros autores, como Martínez, Aguilar, Martínez, & Mariño (2014) y (Mateo, 2005), hacen referencia a cuatro dominios de las funciones ejecutivas: (1) las ejecutivas cognitivas, donde se encuentra el control, la dirección de la conducta y la memoria de trabajo; (2) la autorregulación; (3) la regulación de la activación como lo es la iniciativa o la motivación, y finalmente (4) los procesos metacognitivos, como la autoevaluación de propias habilidades y las conductas en relación a un objeto.

Es también relevante entonces distinguir las funciones ejecutivas de las funciones cognitivas como lo hizo Lezak (1983) citado en Ardila & Ostrosky (2008) quien distingue las funciones cognitivas como el “cómo” de la conducta humana, mientras las funciones ejecutivas constituyen la capacidad para lograr una conducta eficaz, creativa y socialmente aceptada. Este mismo autor, también las distingue al caracterizar las funciones ejecutivas como procesos de ejecución para lograr resolver una tarea o solucionar un problema.

Siguiendo este orden de ideas se da cabida a la mención de Ardila y Ostrosky (2008) sobre los descubrimientos de Luria a partir de estudios de pacientes con daños cerebrales en la Segunda Guerra Mundial, en los cuales se identificó que en las áreas frontales del cerebro es donde se hace referencia a estados de alerta y motivación necesarios para el desarrollo y uso de las funciones ejecutivas. Así, a partir de estos estudios se postulan correlatos neuroanatómicos en el sistema límbico y el sistema reticular con la recepción, procesamiento y almacenamiento de

información y a las áreas corticales post-rolándicas con la programación, control y verificación de la actividad en la corteza pre frontal.

La corteza prefrontal tiene la capacidad para iniciar, detener y modificar una conducta en respuesta a un estímulo que cambia, además puede llevar a cabo una serie de actos consecutivos que permitan resolver un problema; organizar un plan de acción y capacidad para inhibir respuestas inapropiadas y perseveración o repetición anormal de una conducta (Beldarrain, 2013).

Adicionalmente, una mirada desde las posibles consecuencias del daño en las funciones ejecutivas es también muy importante para este estudio, como lo son aportes como los de Baddeley (1986), citado en Ardila & Ostrosky-Solis (2008), quien introduce el término de “síndrome disejecutivo” al referirse a las conductas en dominios cognitivos que presentan problemas de planificación, organización, desinhibición, perseverancias y decremento en fluidez e iniciación dándonos así un vistazo de lo que ocurre al tener un fallo en las funciones ejecutivas. Otros autores también resaltan que los cambios de personalidad, los trastornos en la motivación, la actitud abstracta, la iniciativa y la flexibilidad cognitiva se incluyen dentro de las funciones afectadas por este tipo de síndromes (Ardila & Ostrosky-Solis, 2008).

Ahora bien, a partir de estudios con pacientes lesionados se han discriminado una serie de procesos dissociables. En un primer momento, dichos procesos son un indicador de cuando se inicia o mantiene una respuesta determinada y está situado en el área frontal superior medial. El proceso de fijación de tareas establece la relación entre estímulos y respuestas orientadas a la ejecución en función de las demandas de la tarea, este proceso se ubicó en la corteza frontal lateral izquierda, y finalmente el proceso de monitorización, el cual supervisa, controla la calidad

y reajusta dichas respuestas para obtener el objetivo que se desea, este proceso estará ubicado en la corteza frontal lateral derecha (Verdejo-García & Bechara, 2010).

Otros autores afirman que en el proceso de inhibición están implicados áreas motoras pre-suplementarias, el giro frontal inferior y el núcleo subtalámico en los procesos de inhibición de respuestas e implican estructuras como la corteza prefrontal ventromedial, la corteza prefrontal, dorsolateral y la ínsula en los procesos de toma de decisiones (Verdejo-García & Bechara, 2010).

## **Objetivos**

### **General**

Comparar los modos de aplicación de las pruebas neuropsicológicas virtualizadas con las pruebas de lápiz y papel para exponer si los resultados de una y otra modalidad son equiparables en una muestra de estudiantes de psicología de la Pontificia Universidad Javeriana Bogotá.

### **Específicos**

Adaptar las pruebas neuropsicológicas de su versión en lápiz y papel a una versión virtualizada por medio de software especializado.

Diferenciar los resultados o desempeño de los participantes en las dos modalidades de pruebas.

Identificar las diferentes variables que influyen en la aplicación de las pruebas y como esto se ve afectado por el medio de aplicación que se utilice.

Comparar los efectos de reaprendizaje en pruebas específicas.

## **Método**

### **Diseño**

El diseño que se realizó por medio del presente estudio, corresponde a un modelo no experimental de nivel descriptivo correlacional y su alcance es comparativo.

### **Hipótesis**

La hipótesis de trabajo que se manejó durante postula que las pruebas en formato virtual son diferentes en términos de puntajes y aplicación a las pruebas en formato de papel y lápiz; así mismo, la hipótesis nula que se maneja en el presente trabajo es que las puntuaciones entre estas dos modalidades son iguales.

### **Participantes**

La muestra estuvo compuesta por un 20% de los estudiantes de psicología de primer y segundo semestre de la Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá. Esta población se eligió puesto que no han tenido clases de psicometría, debido a que el pensum de la carrera no las permite cursar antes de segundo semestre. Esto da un total de 41 participantes. 24 de primer semestre y 17 de segundo. Dejando esto un rango de edad entre los 16 y los 21 años con una media de 17.95 y una desviación estándar de 0.86.

### **Muestreo.**

El tipo de muestreo fue por conveniencia ya que se envió la información correspondiente a la participación en el estudio a manera de invitación a todos los estudiantes de la facultad de psicología de la Pontificia Universidad Javeriana que se encontraran dentro de los rangos anteriormente mencionados y su participación fue completamente voluntaria por medio del acercamiento y comunicación con los encargados del trabajo de grado, de esta manera se recibieron alrededor de 50 respuestas, en su mayoría de mujeres (29). El criterio de exclusión

para la participación fue la disposición de tiempo, pues los sujetos debían contar con un espacio de dos horas un día para la primera aplicación y luego dos horas más ocho días después de la primera aplicación para realizar la segunda, así, quienes no cumplieran con estos horarios para su aplicación fueron excluidos de la participación en esta.

### **Instrumentos.**

Para este trabajo se utilizaron una serie de pruebas que miden diversos constructos, algunas de estas son sub pruebas, partes de protocolos y baterías más amplias y otras son pruebas independientes, con estas se busca la medición de diversas funciones cognitivas sin que se repitan ni se interfieran las unas con las otras, así mismo algunas de las pruebas se utilizan para el análisis del efecto del reaprendizaje y otras específicamente se utilizaron para la comparación de resultados entre sistematizadas y físicas.

A continuación, se hará una descripción y distinción de cada una de las pruebas.

#### **Instrumentos para la comparación de pruebas virtuales y físicas.**

##### ***Cuarta edición de las escalas Wechsler para la medida de la inteligencia (WAIS IV).***

El WAIS-IV está conformado por quince pruebas, donde cinco son opcionales y agrupan un total de cuatro índices: comprensión verbal, razonamiento perceptivo, memoria de trabajo y velocidad de procesamiento. Su finalidad es medir el funcionamiento intelectual general (CI). Las subpruebas que se utilizaron en este estudio son las de Números y Letras y Dígitos, esta última en sus tres modalidades, estas miden la memoria de trabajo, con la diferencia de que Dígitos es una subprueba principal y Letras y números es una subprueba suplementaria en la aplicación de la batería en cuestión (Amador, 2013).

Así, para los propósitos de este estudio se hizo uso de cuatro sub test o pruebas de la cuarta edición de la escala de la inteligencia Wechsler (2008), creado por David Wechsler, esta

es adecuada para las edades entre los 16 y 90 años y fue estandarizada sobre una muestra de 2.200 sujetos en EEUU. La medida del coeficiente intelectual en la escala se ubica en un puntaje de 100 con una desviación estándar de 15. En concordancia con el manual de la misma en una distribución normal ubicaría al 68% de todos los adultos en un rango entre C.I 85 y 115 (Piacente, 2012).

Específicamente la subprueba de Dígitos, está conformada por tres tareas, dígitos directos la cual consiste en repetir una serie de números que se presentan en el mismo orden en el que se presentaron; dígitos inversos la cual consiste en repetir una serie de números en orden inverso al cual fueron presentados y finalmente dígitos en orden creciente o secuencia, la cual consiste en repetir los números que fueron dichos de manera ascendente, es decir de menor a mayor. Es importante rescatar que en esta última prueba los números que son presentados dentro de un ítem, se repiten en algunas ocasiones y que la calificación de esta se da en términos de puntaje, siendo 0 el correspondiente a las respuestas incorrectas y 1 el correspondiente a las correctas, así el participante discontinúa su ejecución de la prueba después de 2 errores consecutivos en un mismo ítem, cada ítem consta de dos estímulos siendo estos las secuencias numéricas. Esta subprueba evalúa la memoria de trabajo, la memoria auditiva inmediata o a corto plazo, la atención y la resistencia a la distracción (Rosas et al., 2014).

Por otra parte, con respecto a la subprueba de Números y Letras, ésta es suplementaria de la batería anteriormente mencionada, WAIS IV y la tarea consiste en que los estímulos que son presentados oralmente con una mezcla de números y letras, deben ser repetidos por el evaluado, empezando primero por los números en orden ascendente y posteriormente las letras en su respectivo orden alfabético. La prueba se puntúa por ítems conformados por tres estímulos, que son en este caso las secuencias numéricas y de letras según las cuales la calificación de cada

respuesta correcta se da en términos de 1 punto y de las incorrectas en 0 puntos, la prueba se discontinúa una vez el evaluado tenga 3 errores consecutivos en un mismo ítem. Esta prueba evalúa en concordancia con Wechsler (2008) “el procesamiento secuencial, manipulación mental, atención, concentración, memoria y memoria auditiva de corto plazo, procesamiento de información, flexibilidad cognitiva e inteligencia fluida”, es importante rescatar que esta prueba es opcional, en la medida que tiene que cumplir con un rango de edad de entre 16 a 69 años (Rosas, 2013).

Es importante destacar que las características psicométricas del WAIS IV versión en español están determinadas por una muestra total de 1002 participantes, 524 mujeres y 478 varones, entre los 16 y 89 años y las variables que se tuvieron en cuenta fueron entre otras, sexo, nivel educativo parental para menores de edad y el nivel educativo del participante mayor de edad (Amador, 2013).

En cuanto a la consistencia interna esta fue obtenida a través de una muestra normativa mexicana, en la cual se obtuvieron coeficientes de confiabilidad por medio del método de división por mitades y el coeficiente de Alfa de Cronbach. La correlación obtenida fue corregida por medio de la fórmula de Spearman- Brown, dando como resultado para la sub prueba de dígitos directos de un promedio de 0.85, para la de orden inverso dio un promedio de 0.86, en cuanto a dígitos en secuencia se encontró una media de 0.85. Finalmente para la sub prueba de sucesión de números y letras la media es de 0.88. (Wechsler, 2008)

### ***Cubos de corsi en orden directo e inverso de la escala de memoria de Wechsler III.***

La escala de memoria de David Wechsler en su tercera edición (WMS-III) es una de las pruebas clásicas para evaluar la memoria, esta escala consta de 11 subpruebas de las cuales 5 son

de aplicación opcional (información y orientación, listas de palabras y dibujos) (Vecchi & Richardson, 2001).

La subprueba de cubos de Corsi es una variación de la prueba de los cubos de Knox, con la diferencia en que estos son 9 (o 10) cubos ordenados en dos dimensiones en un orden irregular, sin embargo ambos sirven para medir el constructo de span de memoria visual (Vecchi & Richardson, 2001). Esta subprueba consta de ocho ítems, cada uno de estos consta de dos intentos en los cuales se presentan en el primer ítem dos números y va aumentando a medida que el evaluado va logrando los intentos anteriores, la aplicación del sub test se sigue hasta que se den dos puntuaciones de cero en dos intentos de un mismo ítem, la calificación para correcto será de uno y para incorrecto será de cero (Amador, 2013). Al final de la prueba se suman los puntajes obtenidos en cada uno de los ítems, la máxima que puede tener es de 16 puntos para las pruebas de orden directo e inverso por separado y luego al final se suman los puntajes de los dos subtest, la puntuación máxima del total es de 32 puntos (Amador, 2013). Esta subprueba se crea con el fin de investigar sobre las habilidades cognitivas que están asociadas al lóbulo temporal derecho y lograr obtener información sobre la lateralización de habilidades verbales y visuo-espaciales, (Vecchi & Richardson, 2001). Así mismo esta prueba mide el fenómeno explicado por Berch, Krikorian, & Huha, (1998) de disociación entre las secuencias con dígitos auditivos y las secuencias visuales.

Es posible ver la utilidad de esta prueba para medir el span de memoria espacial por la naturaleza de la tarea, ya que requiere un seguimiento visual de un estímulo en el espacio, una consolidación de esta información y una posterior evocación en términos de lograr realizar la tarea de manera correcta imitando por medio de la acción motora la secuencia requerida por el evaluador (Fischer, 2001) y también, su posible uso para medir la memoria de trabajo y el



almacenamiento de la información ya que sin estos procesos sería imposible no solo recordar la tarea que se debe hacer sino, retener la información necesaria para realizarla alternando la atención entre el seguimiento del estímulo y el recuerdo de la instrucción, para así poder llevar a cabo correctamente la tarea (Prada Sarmiento, Pineda Garzón, Mejía Orduz, & Conde Cotés, 2010).

En cuanto a las propiedades psicométricas de la batería WMS III, la fiabilidad se da por medio de un estudio en el cual se aplica la escala y con alguna de las múltiples puntuaciones que se obtuvieron en las aplicaciones, en cada test se sacaron las puntuaciones de los elementos pares e impares, se calculó la correlación entre los resultados y el índice resultante fue corregido por medio de la fórmula de Spearman-Brown, la cual dio como resultado una media por rangos de edad, en el caso del subtest de localización espacial o cubos de corsi se dio una media de 79 (Wechsler, 2008).

### ***Test d2.***

El test de atención d2 de Brickenkamp es un test de eliminación que consiste en 14 líneas cada una con 47 caracteres que varían entre la “d” y la “p”. Cada uno de estos caracteres está acompañado por unas líneas que pueden ir en pareja o individual y se sitúan arriba o debajo del carácter. La prueba tiene un total de 658 elementos, que se dividen entre elementos relevantes e irrelevantes, siendo los relevantes todos los elementos que sean una “d” con dos líneas, ya sean dos arriba, dos abajo o una arriba y una abajo. La prueba se puede aplicar de forma individual o grupal y tiene específico una duración entre 8-10 minutos, en donde se explican las instrucciones y se da un tiempo de 20 segundos por línea para responder la mayor cantidad de elementos posibles (Jiménez et al., 2012).

Esta prueba tiene en cuenta para su corrección diferentes elementos que son el total de respuestas, el total de aciertos, las omisiones, las comisiones, la línea con mayor número de intentos y la de menor. Todo esto con el fin de encontrar la efectividad total, el índice de concentración y el índice de variación (Fernández-Castillo & Gutiérrez-Rojas, 2009).

Como exponen algunos autores, el test D2 es de utilidad para la medición y evaluación de diversas funciones cognitivas tales como la atención sostenida, la atención dividida, la inhibición de respuestas, la velocidad del procesamiento, la flexibilidad cognitiva, la atención selectiva, la concentración y el control atencional (Artacho, 2003).

En cuanto a las propiedades psicométricas del d2, varios estudios han demostrado que estas son bastante fiables dónde el r encontrado es mayor a 0.90, dependiente del estadístico empleado. En cuanto a validez, se realizó un estudio en una muestra de 506 universitarios a los cuales se les aplicó el d2 y otros test neurológicos y cognitivos, la edad de los evaluados oscilaba entre los 18 y los 32 años donde un 59% eran hombres, se realizó un análisis factorial donde se incluían varias puntuaciones del d2 junto a otras medidas. Los dos factores presentaron una intercorrelación de 0.40. (Brickenkamp, 2009)

### ***Test de las anillas.***

Este es un test, creado por J.A Portellano y R. Martínez Arias, es utilizado para evaluar las funciones ejecutivas, específicamente la planificación e inhibición del comportamiento, este consta de un tablero de madera de 25x10 cm sobre el cual se apoyan tres cilindros que están colocados en paralelo, cada uno tiene aproximadamente 15 cm de larga y una serie de anillas, todas del mismo material y con un diámetro aproximado de 6cm cada una de un color diferente (Portellano, Díez, & García, 2007).

Así, la realización de esta prueba requiere la manipulación de las anillas de colores para construir 15 modelos de dificultad creciente. En estos, las anillas deben estar siempre en la misma posición inicial la cual es predeterminada en el siguiente orden: azul, amarilla, roja, negra, blanca y verde, de esta manera, el evaluado tiene que reproducir los modelos sobre el eje derecho, partiendo siempre desde la posición inicial anteriormente prefijada, todo esto pasando las anillas desde el cilindro izquierdo hasta el derecho, una por una hasta reproducir el modelo que está representado gráficamente en las 15 láminas o tarjetas ubicadas en el manual de aplicación de la prueba. Es importante resaltar que se debe realizar la prueba respetando la restricción de no desplazar al mismo tiempo más de una anilla (Portellano et al., 2007).

Los primeros tres modelos se construyen con cuatro anillas de color, los modelos del cuatro al ocho con cinco anillas de color y los modelos del nueve al quince con seis anillas, en todos estos la persona debe hacer los modelos bajo las mismas normas con las cuales se les familiariza inicialmente por un ensayo, evaluando por medio de esta tarea el tiempo de ejecución y el número de movimientos empleados en cada modelo (Portellano et al., 2007).

***Tower of London (PEBL) [Test informatizado equivalente a la prueba de anillas].***

Adicionalmente a la forma física de la prueba “Anillas”, se utilizó una versión informatizada de esta misma realizada en el programa PEBL (The Psychology Experiment Building Language program) el cual contiene todos los modelos anteriormente mencionados y exige al evaluado la realización de la misma tarea en cuestión, así este programa se utilizó para evaluar si los resultados de la aplicación en forma física varían o no de los adquiridos por medio de la aplicación en esta plataforma (Mueller & Piper, 2014).

***Test de Stroop.***

Este test, creado por John Ridley Stroop en 1935 consta de tres pruebas, la primera consta de la lectura de una serie de palabras en tinta negra las cuales el evaluado debe leer

durante 45 segundos, las palabras escritas son los nombres de los colores “rojo, verde y azul”, así se puntúa el número de aciertos que tenga la persona en este tiempo; la segunda prueba es llamada de denominación de colores y se conforma de filas de “XXXX” impresas en colores diferentes en donde se le pide a la persona, también durante 45 segundos que nombre los colores de la tinta de cada estímulo en cada fila de letras. Finalmente la tercera prueba es la de palabra - color, esta contiene los colores anteriormente mencionados impresos con un color diferente al que corresponde a la palabra escrita, así la persona durante 45 segundos tiene que dar el nombre del color de la tinta sin importar el significado de la palabra (López-Villalobos et al., 2010).

Esta prueba requiere del uso correcto de las funciones ejecutivas especialmente la inhibición del comportamiento y la solución de problemas ya que precisa la ejecución controlada de una tarea novedosa impidiendo la intrusión de un proceso que está ya automatizado en la persona. De hecho, desde sus principios esta fue una prueba utilizada para medir la atención selectiva y la flexibilidad /rigidez cognitiva así como la capacidad de inhibir y controlar una respuesta. Así el llamado “efecto Stroop” se considera “un reflejo de disfunción pre frontal y su medida suele incluirse en el contexto de la evaluación neuropsicológica junto a otras de funcionamiento ejecutivo” (López-Villalobos et al., 2010).

En cuanto a las propiedades psicométricas de esta prueba, vale la pena aclarar que esta tiene una fiabilidad consistente que ha sido demostrada por medio de varios estudios, todos por medio de modalidades test-re test con tiempos comprendidos entre 1 min y diez días para las dos aplicaciones. Entre estos es importante tomar en cuenta los estudios que realizó Jensen en 1965 quien obtuvo índices de 0.88; 0.79 y 0.71 para las tres puntuaciones directas estudiadas por medio de esta metodología, por otro lado en 1975 se obtuvo por medio de esta línea de estudios

puntuaciones de 0.89; 0.84 y 0.73 para la versión colectiva de la prueba y de 0.86; 0.82 y 0.73 en la aplicación individual (Birkenkamp, 1999).

### **Instrumentos para la evaluación del reaprendizaje.**

#### ***Sub test de Cubos del WAIS III.***

El WAIS III es una escala de evaluación de la inteligencia creada por David Wechsler que consta de dos escalas, la verbal y la manipulativa. Dentro de la escala manipulativa se encuentra el sub test de cubos (Sanz & Alvarez, 2012). El sub test de cubos específicamente, “consta del ejercicio de reproducir diseños geométricos con cubos, midiendo así la capacidad de analizar y sintetizar dibujos geométricos abstractos, solución de problemas, integración psicomotora, rapidez, impulsividad, distracción, etc.” (p.198) (Sanz & Alvarez, 2012). Así, En concordancia con el manual de la escala de inteligencia de Wechsler para adultos (WAIS III) recopilado por Juan Antonio Amador Campos (2013) este sub test consta de la tarea de construir con cubos coloreados en rojo y blanco, unos dibujos cuya dificultad va aumentando progresivamente, “evaluando por medio de estos la capacidad de análisis y síntesis visual y la reproducción de dibujos geométricos abstractos” (p.4).

En cuanto a las propiedades psicométricas de este subtest, con respecto a fiabilidad se obtiene un índice por promedios de dos mitades de 0.94, donde el error típico de las medias fue de 0.73 y un coeficiente de estabilidad de 0.83. En el caso de la validez se realizó el ejercicio de correlacionar dos pruebas (WAIS III-WAIS) con una muestra de 192 adultos entre 16 y 74 años contrabalanceado con intervalos de aplicación de 2 a 12 semanas, obteniendo un  $r=0.77$  con respecto a la correlación. También se realizó una correlación entre en WAIS III y el WISC III con 184 sujetos contrabalanceado y con 2 a 12 semanas de intervalo de aplicación, obteniendo un  $r=0.8$  (Wechsler, 2004).

***Automatic Mirror Trace o estrella invertida.***

En concordancia con la recopilación realizada por Kathleen Fowler (2011), la estrella invertida (*Automatic Mirror Trace*) es un instrumento creado por Lafayette Instrument Co que ha evolucionado con el paso de los años y los avances de la tecnología desde su primera utilización en 1920, manteniendo siempre los componentes básicos de la tarea. El instrumento es construido en una base de metal que tiene dibujada encima una estrella de seis puntas montada en vidrio o madera de manera que crea una especie de camino en forma de estrella donde los ángulos están rodeados de metal que contrasta con el resto de materiales con los que estaba hecho el instrumento. La tarea consta de trazar la estrella dentro del camino de metal solamente guiándose por la imagen del reflejo de la estrella en un espejo, esta tarea debe realizarse sin tocar los bordes, es decir sin salirse de la línea que delimita la figura. Para reteñir se les da a los evaluados un objeto en forma de lápiz hecho de metal (Fowler, 2011).

Actualmente la tarea permanece casi igual con excepciones de algunas instituciones que usan ahora pantallas táctiles para la realización de esta tarea poniendo la misma figura en el monitor de un dispositivo y haciendo la tarea de repasarlo a través de un lápiz especial o del mismo dedo. Para el presente estudio se utiliza el modelo 58024, el cual consta de una tabla metálica con el diseño de la estrella estampado en un material aislante sobre la superficie conectada con un espejo en la parte superior y una tabla que evita ver directamente la estrella, así utilizando un medidor de estímulos eléctricos en el lápiz que se le proporciona a los participantes, este cuenta la cantidad de veces que el evaluado deja de reteñir el sector aislado y se cuenta el número de errores y el tiempo empelado para trazar la estrella completa al pedirle al participante que retiña la figura tan rápida y precisamente como le sea posible (Fowler, 2011).

Aunque esta prueba fue pensada inicialmente para estudiar el proceso del aprendizaje por ensayo y error, esta se ha utilizado en varios campos de estudio como por ejemplo las habilidades viso espaciales y la motricidad fina, así mismo se utiliza para evaluar el grado de deterioro que generan ciertas enfermedades y demencias como el Alzheimer (Fowler, 2011) todo esto por medio de la medición del desempeño en términos de dos variables: tiempo y precisión.

Las habilidades necesarias para realizar esta tarea son principalmente espaciales y psicomotoras, las primeras son definidas por Elliot & Smith (1983) citados en Fowler (2011) como “aquellas que incluyen problemas visuales o tareas que requieren que los sujetos, estimen, prevean o juzguen las relaciones entre figuras y objetos en diferentes contextos” (p.7) así estas tienen relación directa con las habilidades de los sujetos para identificar el campo visual, diferenciar formas, figuras y posiciones combinada con la habilidad de manipularlos mentalmente (Fowler, 2011).

En cuanto a las habilidades psicomotoras estas son definidas por Chaiken, Kyllonen, & Tirre (2000) citados en Fowler (2011) como “aquellas que requiere de continuidad, al incluir la transición de una disposición perceptual en una actividad motora continua, tiempo al requerir una respuesta dentro de un límite de tiempo y coordinación al hacer una tarea en conjunción con otra” (p.19).

#### ***Test de rapidez motora (Clavijas).***

Hacia el año 1948 Mariano Yela creó las bases experimentales para pruebas de medición psicomotora como es el caso del Test de rapidez motora, más conocido como la prueba de clavijas. Esta se dio en parte como el resultado de una construcción y adaptación de pruebas e instrumentos psicológicos utilizada inicialmente para orientación vocacional y selección de personal (Ballesteros, 1995). Así el test de rapidez motora, corresponde a la tarea de pasar de un

tablero con 24 perforaciones, 24 clavijas a un segundo tablero vacío con las mismas 24 perforaciones, todo esto en un orden específico por columnas, es decir que el participante debe pasar las clavijas de un lado al otro en el mismo orden, solo al terminar una columna puede empezar la siguiente. Así mismo todo esto debe hacerse utilizando únicamente la mano dominante del evaluado (Ballesteros, 1995).

La puntuación de esta prueba se basa en dos parámetros: tiempo invertido en cada una de las columnas de clavijas para pasarlas de un tablero al otro y número de errores en cada fila cometidos en el mismo proceso, así este instrumento se encarga de la medición de la coordinación visuo-motora (Ballesteros, 1995).

En cuanto a las propiedades psicométricas de esta prueba, se utilizó una correlación de los tiempos empleados de la primera parte de la prueba (tiempos de columnas 1 y 2 ) y los empleados en la segunda parte (columnas 3 y 4) integrada por una población de 344 personas de ambos géneros, adultos en donde se encontró un coeficiente de fiabilidad  $r = 0.844$   $\sigma_r = 0.015$ , posteriormente se corrigió este coeficiente por medio del método de Spearman- Brown para hallar la fiabilidad de un test de longitud doble  $r = 0.915$  (Yela, 1979).

La validez de esta prueba se estudió por medio de un grupo de 65 personas de ambos géneros de una misma fabrica en donde se encuentra una  $r = 0.329$  (Yela, 1979).

### **Herramientas utilizadas para la aplicación de instrumentos en formato virtual (Software).**

#### ***PEBL (The psychology experiment building language).***

Esta herramienta consta de un lenguaje de programación y ejecución de pruebas psicológicas, replicadas a partir de los manuales de aplicación tradicionales validados. Es un



programa gratuito, el cual permite que los clínicos e investigadores, diseñen y desarrollen sus propias pruebas (Mueller & Piper, 2014).

PEBL consta de varios tipos de estímulos y textos que pueden ser usados en simultáneo o individualmente para diseñar las réplicas de las pruebas, así mismo permite el uso de audio, grabaciones, videos y sonidos simples y para las respuestas permite el uso de teclados, mouse y puertos paralelos diversos, finalmente los tiempos de los estímulos y las respuestas pueden ser grabadas y controladas con precisión debido a las medidas de programación informática que maneja (Mueller & Piper, 2014).

Para el presente trabajo se utilizó específicamente la prueba “TOL” de esta plataforma, la cual fue explicada a profundidad en la descripción de los instrumentos en este mismo documento.

### ***Super Lab.***

Esta herramienta es un producto desarrollado por la empresa Cedrus, especializada en el desarrollo de software y hardware para la investigación en psicología y psicofisiológica, según su portal virtual Cedrus diseñó esta herramienta especialmente para investigadores desde 1991.

Para la realización de experimentos en esta herramienta, se da la posibilidad de realizar bloques de diferentes cadenas de estímulos, en un orden bien sea temporal, espacial o respondiente a una acción del sujeto. Los estímulos que soporta esta plataforma pueden ser de diversas modalidades, desde imágenes y sonido hasta texto y códigos específicos.

Con el fin de poder hacer experimentos y réplicas lo más precisamente posibles, este software permite tener diferentes posiciones, orden, colores, tiempos de exposición, número de repeticiones estímulos, así como correcciones automáticas y contingencias específicas ante las respuestas dadas a estos por los sujetos las cuales pueden ser dadas por medio del teclado de un

computador, el mouse, una pantalla táctil, cajas de respuesta o teclados especiales del software como Pads de respuesta.

Finalmente una vez se realiza un experimento en SuperLab, esta herramienta permite la recolección de datos que incluyen el tiempo de reacción, la cantidad de respuestas acertadas y el tiempo total de respuestas, todas están en formatos como Excel y el visor de datos de la misma empresa Cedrus lo cual facilita no solo la recolección sino también el análisis de los mismos

## **Procedimiento**

### **Diseño de pruebas**

La primera etapa de este trabajo consistió en la traducción, modificación y adaptación de pruebas psicométricas por medio de la transcripción y el re diseño de estas para adaptarlas al medio virtual y de esta manera hacer posible una aplicación informatizada de las pruebas necesarias para adquirir los resultados que se buscaban estudiar, para esto fue necesario el trabajo autónomo sobre el uso de la plataforma virtual SuperLab 4.5.

Las pruebas que se lograron transcribir a este medio fueron: el test de Stroop; los sub test de localización espacial directa e inversa del Wechsler III; los subtest de retención de dígitos (directos, inversos y secuencia) del WAIS IV; el sub test de dígitos y letras del WAIS IV y el test d2. Para comprobar finalmente que estos funcionan de manera correcta, se hizo una aplicación piloto con 5 participantes, estudiantes de la facultad de psicología seleccionados por conveniencia quienes realizaron cada una de las pruebas y dieron observaciones y sugerencias sobre el lenguaje, funcionamiento y pertinencia de estas.

### **Recolección de datos**

Para lograr los objetivos planteados, se creó un código único para cada participante, se registró la edad, el género, la fecha de aplicación de la primera prueba con día, mes y año, la

hora de aplicación y en qué orden se realizó, esto con el propósito de mantener la confidencialidad de los participantes.

Posteriormente se realizó una base de datos en Excel 2013, donde se dividió cada prueba en su forma de aplicación, con sus respectivos criterios de calificación como tiempo, errores y las propiedades internas que cada prueba demanda, para luego proceder a pasar estos datos al programa estadístico SPSS (22) para su posterior análisis estadístico.

### **Prueba piloto.**

Se realizó una prueba piloto a cinco (5) sujetos, dos (2) mujeres y tres (3) hombres, entre 18 y 22 años, estudiantes de psicología de la Pontificia Universidad Javeriana, cada uno presentó primero la base de pruebas virtuales y pasados dos días realizaron la base de pruebas a lápiz y papel; Esto con el fin de que cada participante llevara a cabo cada una de las pruebas y subpruebas en las modalidades virtual y física para así proceder a la comparación de los respectivos resultados.

En este ejercicio, se encontró que las pruebas eran lo suficientemente claras en términos de instrucciones y los estímulos lo suficientemente pertinentes para lograr una comprensión de las diferentes adaptaciones de las pruebas, así mismo fue posible observar como los participantes utilizaban ciertas estrategias para lograr realizar las pruebas utilizando los recursos externos como el teclado y el mouse.

Las dificultades que reportaron los participantes en términos de ortografía y gramática de las instrucciones y orden de estímulos, en términos de tiempo de exposición a estos se corrigieron después de este proceso de pilotaje.

### **Aplicaciones.**

Cada uno de los 41 participantes tuvo una aplicación virtual de un tiempo total de una hora y treinta minutos y una aplicación física de aproximadamente dos horas, estas se realizaron entre las 7am y las 5 pm en las instalaciones del laboratorio de la facultad de psicología de la Pontificia Universidad Javeriana. Para evitar sesgos en cuanto a la aplicación de las pruebas se recurrió a la técnica de contrabalanceo, de manera tal que la mitad de los participantes tuvieron primero una aplicación virtual y la otra mitad de los participantes tuvieron primero una aplicación física de las pruebas, así mismo todos tendrán un tiempo de descanso entre una aplicación y otra de no más de ocho días.

### **Plan de análisis**

Para el análisis de datos se realizaron procedimientos descriptivos e inferenciales. En un primer momento fue necesario realizar una descripción en términos gráficos y de estimación puntual de medias, desviaciones estándar, mínimos y máximos de cada variable a analizar, realizando histogramas comparativos en el desempeño por pruebas, como por variables. Posteriormente se realizaron correlaciones y explicaciones de la misma en una matriz de cada prueba, en donde se analizó la influencia del tipo de ejecución y los componentes de la misma con otras pruebas que pudieran compartir canales de emisión o evocación de respuestas. Finalmente fue implementada una prueba T para muestras relacionadas, buscando los desempeños equiparables entre los puntajes de las dos modalidades y un ANOVA a un factor con el fin de determinar si el orden de aplicación influye en los resultados y así controlar un aumento del error tipo I que hace referencia a que se rechace la hipótesis nula cuando es necesario rechazar la hipótesis alternativa.

## Resultados

Se realizó inicialmente un análisis descriptivo de los resultados obtenidos en las aplicaciones de las modalidades de pruebas con el rango, el puntaje mínimo, máximo, la media, error de media, desviación estándar y varianza (ver tabla 1).

Tabla 1

### *Estadísticos descriptivos*

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>Rango</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>M</b>	<b>Error</b>	<b>DE</b>	<b>Var</b>
Edad	41	5	16	21	17.95	0.135	0.865	0.748
Stroop manual palabra	41	62.0	74.0	136.0	108.000	2.0407	13.0671	170.750
Stroop manual color	41	35.0	56.0	91.0	73.244	1.3242	8.4787	71.889
Stroop manual palabra color	41	46.0	21.0	67.0	48.171	1.6207	10.3776	107.695
Stroop manual pc'	41	19.3	34.2	53.5	43.495	.7069	4.5262	20.487
Stroop manual interferencia	41	42.1	-18.5	23.6	4.675	1.3251	8.4845	71.986
Stroop virtual palabra	41	39.0	35.0	74.0	57.293	1.3422	8.5943	73.862
Stroop virtual color	41	38.0	36.0	74.0	54.780	1.2482	7.9922	63.876
Stroop virtual palabra color	41	59.0	.0	59.0	40.634	2.0048	12.8370	164.788
Stroop virtual pc'	41	17.7	17.7	35.5	27.916	.6009	3.8474	14.802
Stroop virtual interferencia	41	67.7	-35.4	32.3	12.719	1.9979	12.7928	163.656
Numeros y letras manual total	41	15.0	17.0	32.0	21.195	.4740	3.0350	9.211
Numeros y letras manual total cnl	41	4.0	4.0	8.0	5.805	.1683	1.0775	1.161
Numeros y letras virtual total	41	15.0	12.0	27.0	17.659	.5417	3.4685	12.030
Numeros y letras virtual cnl	41	5.0	4.0	9.0	7.317	.1989	1.2736	1.622

Anillas tiempo	41	870.8	145.0	1015.8	302.582	20.6779	132.4034	17530.661
Anillas movimientos	41	47.0	168.0	215.0	187.585	1.1713	7.4999	56.249
Anillas pebl tiempo	41	395.2	220.6	615.8	383.436	12.2650	78.5345	6167.660
Anillas pebl movimientos	41	181.0	132.0	313.0	170.854	4.5687	29.2537	855.778
D2 manual tr	41	292.0	321.0	613.0	443.732	10.1417	64.9384	4217.001
D2 manual ta	41	145.0	108.0	253.0	171.000	4.3119	27.6098	762.300
D2 manual errores o	41	70.0	.0	70.0	15.634	2.2658	14.5082	210.488
D2 manual errores c	41	5.0	.0	5.0	.805	.1888	1.2087	1.461
D2 manual suma O+C	41	70.0	.0	70.0	16.439	2.3106	14.7954	218.902
D2 manual errores totales	41	270.0	315.0	585.0	427.293	9.6946	62.0755	3853.362
D2 manual con	41	184.0	57.0	241.0	155.366	5.1475	32.9604	1086.388
D2 manual var	41	20.0	6.0	26.0	13.902	.6797	4.3520	18.940
D2 virtual tr	41	321.0	173.0	494.0	344.220	12.2075	78.1663	6109.976
D2 virtual ta	41	286.0	16.0	302.0	134.439	7.8181	50.0600	2506.002
D2 virtual Errores o	41	138.0	.0	138.0	16.049	4.6136	29.5415	872.698
D2 virtual errores c	41	215.0	2.0	217.0	23.366	6.2163	39.8037	1584.338
D2 virtual suma O+C	41	353.0	2.0	355.0	39.415	9.9115	63.4645	4027.749
D2 virtual errores totales	41	441.0	23.0	464.0	304.805	14.0170	89.7528	8055.561
D2 virtual con	41	412.0	-122.0	290.0	118.390	10.7996	69.1512	4781.894
D2 virtual var	41	26.0	4.0	30.0	11.854	.9694	6.2071	38.528
Localización manual directa	41	10.0	4.0	14.0	10.585	.3044	1.9490	3.799
Localización manual directa	41	5.0	4.0	9.0	6.878	.1682	1.0769	1.160
Localización manual inversa	41	8.0	6.0	14.0	9.341	.2741	1.7551	3.080
Localización manual inversa	41	5.0	4.0	9.0	6.171	.1558	.9976	.995

---

Localización manual total acum	41	15.0	12.0	27.0	19.927	.4856	3.1096	9.670
Localización virtual directa	41	13.0	.0	13.0	6.098	.3901	2.4980	6.240
Localización virtual directa	41	8.0	.0	8.0	4.585	.2518	1.6121	2.599
Localización virtual inversa	41	8.0	2.0	10.0	6.512	.3106	1.9890	3.956
Localización virtual inversa	41	5.0	2.0	7.0	5.049	.2005	1.2836	1.648
Localización virtual total acum	41	20.0	2.0	22.0	12.610	.5107	3.2702	10.694
Dígitos manual directa	41	8.0	6.0	14.0	9.780	.2974	1.9041	3.626
Dígitos directos manual MRDD	41	5.0	4.0	9.0	6.561	.1849	1.1842	1.402
Dígitos manual inversa	41	10.0	5.0	15.0	9.049	.3760	2.4078	5.798
Dígitos inversos manual MRDI	41	6.0	2.0	8.0	5.073	.2353	1.5065	2.270
Dígitos manual secuencia	41	8.0	6.0	14.0	9.634	.3470	2.2221	4.938
Dígitos manual secuencia MRDS	41	5.0	4.0	9.0	6.415	.2095	1.3412	1.799
Manual total	41	20.0	20.0	40.0	28.463	.8071	5.1677	26.705
Dígitos virtual directa	41	10.0	6.0	16.0	11.390	.3292	2.1081	4.444
Dígitos directos virtual MRDD	41	5.0	3.0	8.0	6.293	.2215	1.4185	2.012
Dígitos virtual inversa	41	12.0	3.0	15.0	11.171	.3808	2.4383	5.945
Dígitos inverso virtual MRDI	41	8.0	1.0	9.0	5.707	.2270	1.4533	2.112
Dígitos virtual secuencia	41	14.0	2.0	16.0	12.122	.3969	2.5416	6.460
Dígitos virtual secuencia MRDS	41	7.0	2.0	9.0	6.976	.2194	1.4051	1.974

---

Virtual total	41	23.0	22.0	45.0	34.683	.8133	5.2079	27.122
Estrella 1 tiempo	41	706.6	22.7	729.3	78.274	17.1283	109.6749	12028.574
Estrella 1 errores	41	54.0	.0	54.0	10.073	2.0743	13.2823	176.420
Estrella 2 tiempo	41	127.0	.0	127.0	45.395	3.4211	21.9058	479.865
Estrella 2 errores	41	20.0	.0	20.0	4.073	.8140	5.2124	27.170
Clavijas 1 tiempo fila 1	41	12.0	5.0	17.0	7.421	.3352	2.1465	4.607
Clavijas 1 errores fila 1	41	4.0	.0	4.0	.512	.1402	.8978	.806
Clavijas 1 tiempo fila 2	41	13.0	5.0	18.0	7.115	.3277	2.0982	4.402
Clavijas 1 errores fila 2	41	3.0	.0	3.0	.659	.1288	.8249	.680
Clavijas 1 tiempo fila 3	41	14.0	5.0	19.0	6.898	.3616	2.3153	5.361
Clavijas 1 errores fila 3	41	4.0	.0	4.0	.659	.1380	.8835	.780
Clavijas 1 tiempo fila 4	41	8.7	4.4	13.0	6.906	.2613	1.6733	2.800
Clavijas 1 errores fila 4	41	5.0	.0	5.0	.951	.1744	1.1169	1.248
Clavijas 1 tiempo total	41	45.2	21.9	67.0	28.340	1.2141	7.7738	60.431
Clavijas 1 errores total	41	16.0	.0	16.0	2.780	.4493	2.8767	8.276
Clavijas 2 tiempo fila 1	41	8.4	4.6	13.0	6.787	.2406	1.5408	2.374
Clavijas 2 errores fila 1	41	3.0	.0	3.0	.512	.1165	.7457	.556
Clavijas 2 tiempo fila 2	41	5.8	4.4	10.2	6.590	.2212	1.4165	2.006
Clavijas 2 errores fila 2	41	3.0	.0	3.0	.561	.1161	.7433	.552
Clavijas 2 tiempo fila 3	41	5.5	4.8	10.3	6.443	.1878	1.2027	1.446
Clavijas 2 errores fila 3	41	2.0	.0	2.0	.634	.1145	.7334	.538
Clavijas 2 tiempo fila 4	41	6.3	4.9	11.2	6.680	.1948	1.2473	1.556



Clavijas 2 errores fila 4	41	4.0	.0	4.0	.854	.1659	1.0621	1.128
Clavijas 2 tiempo total	41	21.3	19.1	40.3	26.524	.7328	4.6919	22.014
Clavijas 2 errores total	41	9.0	.0	9.0	2.561	.3440	2.2028	4.852
Puntuación cubos 1	41	229.1	21.0	250.1	53.222	5.1950	33.2642	1106.507
Tiempo total cubos 1	41	1002.2	58.0	1060.2	416.168	32.6487	209.0536	43703.410
Puntuación cubos 2	41	35.0	31.0	66.0	55.829	1.3850	8.8682	78.645
Tiempo total cubos 2	41	707.4	164.7	872.1	308.091	21.0632	134.8702	18189.958
Datos Validos	41							

Nota: estadísticos descriptivos de edad, y listado de variables que compone cada prueba que fue utilizada en el estudio.

Posteriormente se realizó una prueba ANOVA de un factor para determinar si el orden de la aplicación afectaba en los resultados y para controlar el aumento de ocurrencia del error tipo I, el intervalo de confianza fue de 95%, lo que significa que, si las pruebas se encontraron dentro del 5% restante, explicita que hay una diferencia significativa entre las dos modalidades, donde solo se muestra un efecto significativo en el componente Stroop virtual Palabra ( $F_{(1,40)} = 5.089$ ,  $p = 0.03$ ;  $\eta^2 = 0.11$ ) (ver tabla 2) y en algunos componentes de la prueba d2 en su formato virtual, siendo estos total de respuestas ( $F_{(1,40)} = 4.849$ ;  $p = 0.034$ ;  $\eta^2 = 0.11$ ), total de aciertos ( $F_{(1,40)} = 9.848$ ;  $p = 0.003$ ;  $\eta^2 = 0.201$ ), total de errores ( $F_{(1,40)} = 6.654$ ;  $p = 0.014$ ;  $\eta^2 = 0.14574342$ ), concentración ( $F_{(1,40)} = 7.011$ ;  $p = 0.012$ ;  $\eta^2 = 0.15237571$ ) y variación ( $F_{(1,40)} = 35.02$ ;  $p = 0.000$ ;  $\eta^2 = 0.47311762$ ) (ver Tabla 3). Así mismo se encontraron diferencias temporales en la aplicación Virtual versus aplicación física.

Tabla 2.

ANOVA con datos ETA, Stroop.

		<i>Suma de cuadrados</i>	<i>gl</i>	<i>Media cuadrática</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>η</i>
Stroop manual palabra	Entre grupos	226.423	1	226.423	1.337	.255	0.033
	Dentro de grupos	6603.578	39	169.323			
	Total	6830.000	40				
Stroop manual color	Entre grupos	19.811	1	19.811	.271	.606	0.0069
	Dentro de grupos	2855.750	39	73.224			
	Total	2875.561	40				
Stroop manual palabra color	Entre grupos	13.015	1	13.015	.118	.733	0.003
	Dentro de grupos	4294.790	39	110.123			
	Total	4307.805	40				
Stroop manual pc'	Entre grupos	1.141	1	1.141	.054	.817	0.001
	Dentro de grupos	818.336	39	20.983			
	Total	819.478	40				
Stroop manual interferencia	Entre grupos	6.448	1	6.448	.088	.769	0.002
	Dentro de grupos	2873.009	39	73.667			
	Total	2879.457	40				
Stroop virtual palabra	Entre grupos	341.050	1	341.050	5.089	.030	0.115
	Dentro de grupos	2613.438	39	67.011			

	Total	2954.488	40				
Stroop virtual color	Entre grupos	7.384	1	7.384	.113	.739	0.00289
	Dentro de grupos	2547.640	39	65.324			
	Total	2555.024	40				
Stroop virtual palabra color	Entre grupos	41.602	1	41.602	.248	.621	0.006
	Dentro de grupos	6549.910	39	167.946			
	Total	6591.512	40				
Stroop virtual pc'	Entre grupos	25.603	1	25.603	1.763	.192	0.043
	Dentro de grupos	566.488	39	14.525			
	Total	592.091	40				
Stroop virtual interferencia	Entre grupos	1.932	1	1.932	.012	.915	0.0002
	Dentro de grupos	6544.296	39	167.802			
	Total	6546.228	40				

Nota: Observar valores de la variable Stroop Virtual Palabra, donde se evidencia diferencia significativa.

Tabla 3.

*ANOVA con datos ETA, d2.*

		<i>Suma de cuadrados</i>	<i>gl</i>	<i>Media cuadrática</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>	<i>η</i>
D2 Manual TR	Entre grupos	10.859	1	10.859	.003	.960	<0.001
	Dentro de grupos	168669.190	39	4324.851			
	Total	168680.049	40				

D2 Manual TA	Entre grupos	1.640	1	1.640	.002	.964	<0.001
	Dentro de grupos	30490.360	39	781.804			
	Total	30492.000	40				
D2 Manual Errores O	Entre grupos	48.952	1	48.952	.228	.636	0.006
	Dentro de grupos	8370.560	39	214.630			
	Total	8419.512	40				
D2 Manual Errores C	Entre grupos	1.742	1	1.742	1.198	.280	0.029
	Dentro de grupos	56.698	39	1.454			
	Total	58.439	40				
D2 Manual Suma O+C	Entre grupos	69.160	1	69.160	.310	.581	0.008
	Dentro de grupos	8686.938	39	222.742			
	Total	8756.098	40				
D2 Manual Errores Totales	Entre grupos	25.210	1	25.210	.006	.937	<0.001
	Dentro de grupos	154109.278	39	3951.520			
	Total	154134.488	40				
D2 Manual CON	Entre grupos	68.512	1	68.512	.062	.805	0.001
	Dentro de grupos	43387.000	39	1112.487			
	Total	43455.512	40				
D2 Manual VAR	Entre grupos	.020	1	.020	.001	.975	<0.001
	Dentro de grupos	757.590	39	19.425			

	Total	757.610	40				
	Entre grupos	27028.714	1	27028.714	4.849	.034	0.11
D2 Virtual TR	Dentro de grupos	217370.310	39	5573.598			
	Total	244399.024	40				
	Entre grupos	20208.660	1	20208.660	9.848	.003	0.201
D2 Virtual TA	Dentro de grupos	80031.438	39	2052.088			
	Total	100240.098	40				
	Entre grupos	815.912	1	815.912	.933	.340	0.023
D2 Virtual Errores O	Dentro de grupos	34091.990	39	874.154			
	Total	34907.902	40				
	Entre grupos	563.512	1	563.512	.350	.558	0.008
D2 Virtual Errores C	Dentro de grupos	62810.000	39	1610.513			
	Total	63373.512	40				
	Entre grupos	2735.561	1	2735.561	.674	.417	0.016
D2 Virtual Suma O+C	Dentro de grupos	158374.390	39	4060.882			
	Total	161109.951	40				
	Entre grupos	46961.799	1	46961.799	6.654	.014	0.145
D2 Virtual Errores Totales	Dentro de grupos	275260.640	39	7057.965			
	Total	322222.439	40				
D2 Virtual CON	Entre grupos	29145.779	1	29145.779	7.011	.012	0.152

	Dentro de grupos	162129.978	39	4157.179			
	Total	191275.756	40				
D2 Virtual VAR	Entre grupos	729.132	1	729.132	35.020	.000	0.473
	Dentro de grupos	811.990	39	20.820			
	Total	1541.122	40				

*Nota:* Diferencia en las variables virtuales Total de respuestas, total de aciertos, total de errores, CON y VAR

Así mismo, se realizaron pruebas t para muestras relacionadas buscando desempeños equiparables entre los puntajes de la modalidad virtual y manual por participantes. Dentro de los resultados obtenidos se observó que la mayoría de las pruebas tienen una diferencia significativa, donde los componentes que no tienen esta diferencia son, los componentes de la prueba d2 de errores por omisión ( $t = [-0.095]$ ;  $p = 0.925$ ; IC 95% =  $[-9.238]$ -  $[8.409]$ ) y variación ( $t = 1.781$ ;  $p = 0.082$ ; IC 95% =  $[-0.276]$ -  $[4.374]$ ) (ver tabla 4), en la subprueba de dígitos del componente span directo ( $t = 1.055$ ;  $p = 0.298$ ; IC 95% =  $[-0.24]$ / $[0.78]$ ) (ver tabla 5), en estrella invertida el componente de tiempo ( $t = 1.987$ ;  $p = 0.054$ ; IC 95% =  $[-0.56]$ / $[66.32]$ ) (ver tabla 6) y en la subprueba de cubos el componente de puntuación ( $t = -0.541$ ;  $p = 0.591$ ; IC 95% =  $[-12.34]$ - $[7.13]$ ) (ver tabla 7), esto muestra que los promedios de las pruebas manuales y las virtuales difieren significativamente a pesar de tener componentes que sean similares. Dentro de estos resultados se encontraron correlaciones bajas a moderadas entre ambas modalidades (ver tablas de la 12 a la 20).

Es importante aclarar que en algunos casos, los datos no se encuentran distribuidos normalmente, y es por esto que algunas variables de componentes de estas pruebas, pueden

arrojar resultados negativos como consecuencia de altas diferencias entre los rangos de comparación.

Tabla 4.

*Prueba t para muestras relacionadas de tipos de aplicación en componentes de d2*

<b>Componente</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>IC 95%</b>
d2 TR	18.285	≤0.000	[75.24]/[123.79]
D2 TA	4.610	≤0.000	[20.53]/[ 52.59]
D2 Errores O	-0.095	0.925	[-9.24]/[8.41]
D2 Errores C	-3.655	0,001	[-35.03]/[-10.1]
D2 O+C	-2.418	0.020	[-42.18]/[-3.77]
D2 Totales	9.328	≤0.000	[95.95]/[149.03]
D2 CON	3.484	0.001	[15.53]/[58.42]
D2 VAR	1.781	0.082	[-0.28]/[4.37]

*Nota:* se muestran los valores t para muestras relacionadas que mide la diferencia de medias, la significancia bilateral asintótica (p) y el intervalo de confianza a 95% (IC 95%) para cada componente de la subprueba D2, comparando su aplicación manual y virtual.

Tabla 5.

*Prueba t para muestras relacionadas de tipos de aplicación en componentes de dígitos*

<b>Componente</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>IC 95%</b>
Dígitos Directa	-4.060	≤0.000	[-2.41]/[-0.81]
MRDD	1.055	0.298	[-0.24]/[0.78]
Dígitos Inversa	-5.096	≤0.000	[-2.96]/[-1.28]
MRDI	-2.190	0.034	[-1.22]/[-0.05]
Dígitos Secuencia	-5.814	≤0.000	[-3.35]/[-1.62]
MRDS	-2.206	0.033	[-1.07]/[-0.05]
Total	-8.150	≤0.000	[-7.76]/[-4.68]

*Nota:* se muestran los valores t para muestras relacionadas que mide la diferencia de medias, la significancia bilateral asintótica (p) y el intervalo de confianza a 95% (IC 95%) para cada componente de la subprueba dígitos, comparando su aplicación manual y virtual.

Tabla 6.

*Prueba t para muestras relacionadas de tipos de aplicación en componentes de estrella invertida*

<b>Componente</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>IC 95%</b>
Estrella Tiempo	1.987	0.054	[-0.56]/[66.32]
Estrella Errores	3.496	0.001	[2.53]/[9.47]

*Nota:* se muestran los valores t para muestras relacionadas que mide la diferencia de medias, la significancia bilateral asintótica (p) y el intervalo de confianza a 95% (IC 95%) para cada componente de la subprueba estrella invertida, comparando su aplicación manual y virtual.

Tabla 7.

*Prueba t para muestras relacionadas de tipos de aplicación en componentes de cubos*

<b>Componente</b>	<b>T</b>	<b>P</b>	<b>IC 95%</b>
Puntuación Cubos	-0.541	0.591	[-12.34]/[7.13]
Tiempo Total Cubos	5.442	≤0.000	[67.94]/[148.21]

*Nota:* se muestran los valores t para muestras relacionadas que mide la diferencia de medias, la significancia bilateral asintótica (p) y el intervalo de confianza a 95% (IC 95%) para cada componente de la subprueba cubos, comparando su aplicación manual y virtual.

En general se evidenciaron diferencias en los resultados obtenidos en cada tipo de prueba, lo que indica que la modalidad virtual y manual no son equiparables en sus puntuaciones directas y adicionalmente el tipo de aplicación modifica la forma en que es presentada y en que se generan respuestas, lo cual modifica el rendimiento puesto que puede generar recursos externos al sujeto que favorecen en algunos casos y en otros decrementos el desempeño de los participantes.

Con respecto al puntaje directo obtenido en la prueba números y letras, que se presenta en el formato manual el promedio (21.2) es mayor al puntaje obtenido en la modalidad virtual (17.2) pese a esto, el span atencional que refleja la cantidad de estímulos que puede retener y manipular el sujeto, es mayor en el formato virtual (7.32) al formato manual (5.8) lo cual se evidencia en la comparación de dicha variable ( $t=-5.585$ ;  $p<0.001$ ; IC 95% = [-2.06]-[-0.96]) (ver tabla 8) puesto que su valor t es negativo (Ver figura 1).

Tabla 8.

*Prueba t para muestras relacionadas de tipos de aplicación en componentes de números y letras*

<b>Componente</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>IC 95%</b>
Números y Letras	5.625	≤0.001	[2.27]/[4.81]
Total			
CNL	-5.585	≤0.001	[-2.06]/[-0.96]

*Nota:* se muestran los valores t para muestras relacionadas que mide la diferencia de medias, la significancia bilateral asintótica (p) y el intervalo de confianza a 95% (IC 95%) para cada componente de la subprueba números y letras, comparando su aplicación manual y virtual.



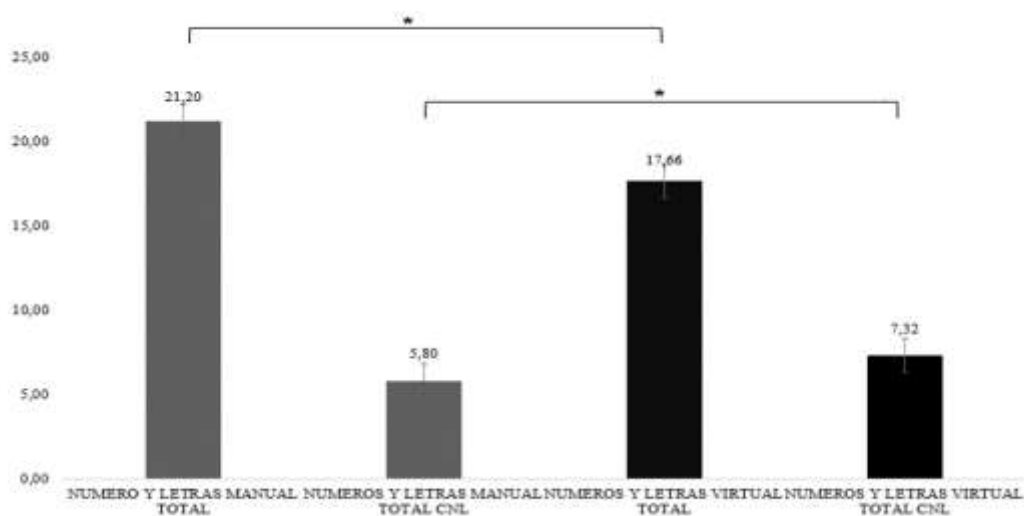


Figura 1. Comparación promedios de puntuación entre aplicaciones para la subprueba Números y letras, el \* indica un  $p < 0,05$ .

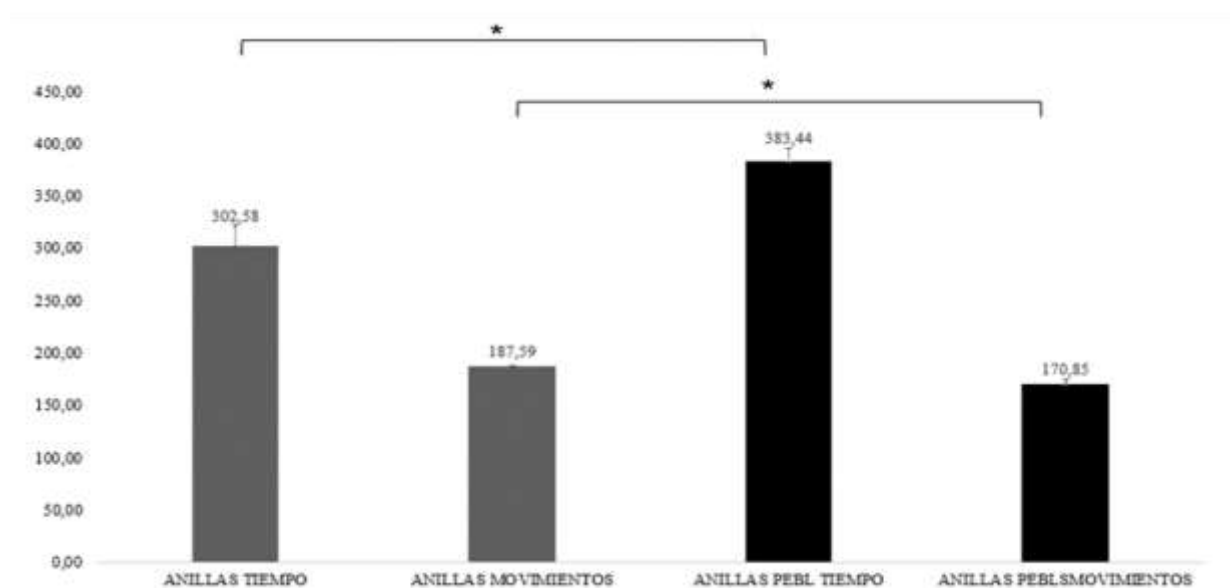
Ahora bien, con respecto a la prueba de Anillas, el desempeño en el componente “movimientos” se encontró que la media de las versiones virtual y manual son cercanas (anillas: M = 187.58; PEBL: M = 170.85). Sin embargo, las desviaciones estándar del componente manual y virtual (7.5 y 29.25) (ver figura 2) muestran que estas se distancian en términos de agrupación y básicamente la desviación estándar de la modalidad virtual contiene 4 desviaciones estándar de la modalidad manual, lo que indica que la agrupación de dichos resultados es lejana y no se pueden llegar a equiparar sus resultados ( $t = 3.555$ ;  $p = 0.001$ ; IC 95% = [7.22]-[26.24]) (ver tabla 9).

Tabla 9.

*Prueba t para muestras relacionadas de tipos de aplicación en componentes de Anillas*

<i>Componente</i>	<i>t</i>	<i>P</i>	<i>IC 95%</i>
Anillas Tiempo	-3.903	$\leq 0.001$	[-122.72]/[-38.98]
Anillas Errores	3.555	0.001	[7.22]/[26.24]

*Nota:* se muestran los valores t para muestras relacionadas que mide la diferencia de medias, la significancia bilateral asintótica (p) y el intervalo de confianza a 95% (IC 95%) para cada componente de la subprueba anillas, comparando su aplicación manual y virtual.



*Figura 2.* Comparación promedios de puntuación entre aplicaciones para la prueba Anillas y PEBL.

En cuanto a la subprueba dígitos directos, la puntuación directa fluctuó, ( $t=-4.06$ ;  $p\leq 0.000$ ;  $IC\ 95\% = [-2.41]-[-0.81]$ ) evidenciado por una diferencia entre las medias de la modalidad manual y virtual, pero con una similitud en el Span atencional directo ( $t=1.05$ ;  $p<0.298$ ;  $IC\ 95\% = [-0.24]-[0.78]$ ) (ver tabla 4), el cual hace referencia a la cantidad de estímulos que logra recordar, mostrando así un aumento de errores en la modalidad manual, pero una similitud en los alcances de las dos modalidades.

En cuanto a las pruebas que se utilizaron para medir reaprendizaje (estrella invertida, clavijas y cubos) al estas ser aplicadas solo en la modalidad manual, la comparación fue hecha en relación a las pruebas que acompañaron la aplicación de estas. En este orden de ideas, es relevante indicar que los resultados en estas pruebas se alejan de lo esperado debido a que no se ve un efecto de reaprendizaje en términos de una mejora, en ninguno de los componentes de las pruebas al realizar una segunda aplicación (tiempo, errores, puntuación).

En el caso específico de la prueba estrella invertida, se observa que no hay una diferencia entre los tiempos de aplicación ( $t= 1.987$ ;  $p=0.054$ ;  $IC\ 95\% [-0.56]-[66.32]$ ), pero sí en la cantidad de errores ( $t= 3.496$ ;  $p=0.001$ ;  $IC\ 95\% [2.53]-[9.47]$ ) (tabla 6), indicando de esta manera que cuando se repite esta tarea, el tiempo invertido en esta tarea no tendrá un cambio estadísticamente significativo, pese a que el valor  $p$  se encuentra en el límite inferior de aceptar hipótesis alternativa, se observa también un decremento en el tiempo invertido en la tarea y una disminución cantidad de errores si disminuye.

Seguidamente para el caso de la prueba de clavijas no se evidencia una influencia de la repetición en el desempeño de tiempo o disminución de errores, ni tampoco un efecto de estar acompañado de pruebas virtuales o manuales, es por esto que no se evidencia un reaprendizaje en esta tarea de velocidad y precisión en motricidad fina.

Finalmente, la prueba de cubos nos muestra que pese a que existe un aumento en la rapidez en realizar la tarea, ( $t=5.442$ ;  $p\leq 0.000$ ;  $IC\ 95\%=[67.94]-[148.21]$ ) lo cual refiere en un decremento en la duración de la prueba, las puntuaciones directas no se ven afectadas ( $t=-0.541$ ;  $p=0.591$ ;  $IC\ 95\%=[-12.34]-[7.13]$ ) (tabla 6); es posible relacionar esto no con el reaprendizaje sino con la velocidad de ejecución, puesto que en los reactivos donde los evaluados encontraron dificultades en la primera ejecución no variaron en la segunda aplicación, de manera tal que sólo se ejecutaron de manera más rápida y precisa dentro de un rango de tiempo que permitió obtener un puntaje ligeramente mayor o igual los reactivos que sus capacidades cognitivas le permitirían hacer desde un principio.

A continuación se presentaran una serie de tablas de análisis de resultados, los cuales sirvieron de guía para la comparación de los puntajes en cada tipo de aplicación, así mismo se

muestran tablas de correlación las cuales se realizaron con el propósito de evidenciar si existían relaciones con el tipo de ejecución o la recepción de información.

### Otras tablas de análisis de resultados

Tabla 10.

*Prueba t para muestras relacionadas de tipos de aplicación en componentes del Stroop*

<b>Componente</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>IC 95%</b>
Stroop Palabra	20.048	≤0.001	[47.30]/[54.12]
Stroop Color	13.942	≤0.001	[15.79]/[21.14]
Stroop Palabra Color	3.318	0.002	[2.95]/[12.13]
PC'	28.468	≤0.001	[14.47]/[16.68]
Interferencia	-3.669	0.001	[-12.47]/[-3.61]

*Nota:* Se muestran los valores t para muestras relacionadas que mide la diferencia de medias, la significancia bilateral asintótica (p) y el intervalo de confianza a 95% (IC 95%) para cada componente de la subprueba stroop, comparando su aplicación manual y virtual.

Tabla 11.

*Prueba t para muestras relacionadas de tipos de aplicación en componentes de localización espacial.*

<b>Componente</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>IC 95%</b>
Localización Espacial Directa	8.062	≤0.000	[3.36]/[5.61]
Localización Espacial Directa Cantidad	6.911	≤0.000	[1.62]/[2.96]
Localización Espacial Inversa	8.691	≤0.000	[2.17]/[3.49]
Localización Espacial Inversa Cantidad	5.416	≤0.000	[0.70]/[1.54]
Total Acumulado	11.423	≤0.000	[0.64]/[6.02]

*Nota:* se muestran los valores t para muestras relacionadas que mide la diferencia de medias, la significancia bilateral asintótica (p) y el intervalo de confianza a 95% (IC 95%) para cada componente de la subprueba localización espacial, comparando su aplicación manual y virtual.

Tabla 12.

*Prueba t para muestras relacionadas de tipos de aplicación en componentes de clavijas*

<b>Componente</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>IC 95%</b>
Clavijas tiempo fila 1	1.809	0.078	[-0.07]/[1.34]
Clavijas errores fila 1	0.000	1.000	[-0.34]/[0.34]
Clavijas tiempo fila 2	1.811	0.078	[-0.06]/[1.11]

Clavijas errores fila 2	0.585	0.562	[-0.24]/[0.43]
Clavijas tiempo fila 3	1.254	0.217	[-0.28]/[1.19]
Clavijas errores fila 3	0.131	0.897	[-0.35]/[0.40]
Clavijas tiempo fila 4	0.857	0.397	[-0.31]/[0.76]
Clavijas errores fila 4	0.488	0.628	[-0.31]/[0.50]
Clavijas tiempo total	1.603	0.117	[-0.47]/[4.11]
Clavijas errores total	0.432	0.668	[-0.81]/[1.25]

*Nota:* se muestran los valores t para muestras relacionadas que mide la diferencia de medias, la significancia bilateral asintótica (p) y el intervalo de confianza a 95% (IC 95%) para cada componente de la subprueba clavijas, comparando su aplicación manual y virtual.

Tabla 13.

*Correlaciones entre modalidades de respuesta Stroop.*

<b>Tipo de indicador</b>	<b>R</b>	<b>p</b>	<b>r<sup>2</sup></b>
Palabra	0.56	0.00	0.56
Color	0.47	0.00	0.47
Palabra color	0.23	0.15	0.23
PC'	0.66	0.00	0.66
Interferencia	0.18	0.27	0.18

*Nota:* se muestra el coeficiente de correlación (r), la significancia bilateral asintótica (p) y el coeficiente de determinación (r<sup>2</sup>) para cada modalidad de respuesta de la subprueba stroop.

Tabla 14.

*Correlaciones entre modalidades de respuesta números y letras.*

<b>Tipo de indicador</b>	<b>R</b>	<b>P</b>	<b>r<sup>2</sup></b>
Números y letras total	0.24	0.13	0.0576
Números y letras total CNL	-0.08	0.61	0.0064

*Nota:* se muestra el coeficiente de correlación (r), la significancia bilateral asintótica (p) y el coeficiente de determinación (r<sup>2</sup>) para cada modalidad de respuesta de la subprueba números y letras.

Tabla 15.

*Correlaciones entre modalidades de respuesta Anillas.*

<b>Tipo de indicador</b>	<b>r</b>	<b>p</b>	<b>r<sup>2</sup></b>
Tiempo	0.29	0.63	0.0841
Movimientos	0.009	0.96	0.000081

*Nota:* se muestra el coeficiente de correlación (r), la significancia bilateral asintótica (p) y el coeficiente de determinación (r<sup>2</sup>) para cada modalidad de respuesta de la subprueba anillas.

Tabla 16.  
Correlaciones entre modalidades de respuesta de d2

<b>Tipo de indicador</b>	<b>r</b>	<b>p</b>	<b>r<sup>2</sup></b>
Total de Respuestas	0.435	0.005	0.189225
Total de Aciertos	0.249	0.116	0.062001
Errores por Omisión	0.352	0.024	0.123904
Errores por Comisión	0.248	0.117	0.061504
Suma de O+C	0.29	0.066	0.0841
Errores Totales	0.434	0.005	0.188356
Concentración	0.275	0.082	0.075625
Variación	0.06	0.711	0.0036

*Nota:* se muestra el coeficiente de correlación (r), la significancia bilateral asintótica (p) y el coeficiente de determinación (r<sup>2</sup>) para cada modalidad de respuesta de la subprueba d2.

Tabla 17.  
Correlaciones entre modalidades de respuesta de localización espacial

<b>Tipo de indicador</b>	<b>r</b>	<b>p</b>	<b>r<sup>2</sup></b>
Directa	-0.274	0.083	0.075076
Cantidad Directa	-0.217	0.173	0.047089
Inversa	0.385	0.013	0.148225
Cantidad Inversa	0.345	0.027	0.119025
Total Acumulado	0.174	0.276	0.030276

*Nota:* se muestra el coeficiente de correlación (r), la significancia bilateral asintótica (p) y el coeficiente de determinación (r<sup>2</sup>) para cada modalidad de respuesta de la subprueba localización espacial.

Tabla 18.  
Correlaciones entre modalidades de respuesta de dígitos

<b>Tipo de indicador</b>	<b>r</b>	<b>p</b>	<b>r<sup>2</sup></b>
Dígitos Directo	0.202	0.204	0.040804
Directo Span	0.227	0.153	0.051529
Inverso	0.395	0.011	0.156025
Inverso Span	0.216	0.176	0.046656
Secuencia	0.345	0.027	0.119025
Secuencia Sapn	0.297	0.059	0.088209
Total	0.556	0.000	0.309136

*Nota:* se muestra el coeficiente de correlación (r), la significancia bilateral asintótica (p) y el coeficiente de determinación (r<sup>2</sup>) para cada modalidad de respuesta de la subprueba dígitos.

Tabla 19.

*Correlaciones entre modalidades de respuesta de estrella invertida*

<b>Tipo de indicador</b>	<b>r</b>	<b>p</b>	<b>r<sup>2</sup></b>
Tiempo	0.267	0.092	0.071289
Errores	0.598	0.000	0.357604

*Nota:* se muestra el coeficiente de correlación (r), la significancia bilateral asintótica (p) y el coeficiente de determinación (r<sup>2</sup>) para cada modalidad de respuesta de la subprueba estrella invertida.

Tabla 20.

*Correlaciones entre modalidades de respuesta de clavijas*

<b>Tipo de indicador</b>	<b>r</b>	<b>p</b>	<b>r<sup>2</sup></b>
Tiempo 1	0.293	0.063	0.085849
Errores 1	0.121	0.451	0.014641
Tiempo 2	0.498	0.001	0.248004
Errores 2	0.076	0.639	0.005776
Tiempo 3	0.253	0.111	0.064009
Errores 3	-0.082	0.611	0.006724
Tiempo 4	0.361	0.021	0.130321
Errores 4	0.31	0.049	0.0961
Tiempo total	0.408	0.008	0.166464
Errores total	0.201	0.207	0.085849

*Nota:* se muestra el coeficiente de correlación (r), la significancia bilateral asintótica (p) y el coeficiente de determinación (r<sup>2</sup>) para cada modalidad de respuesta de la subprueba clavijas.

Tabla 21.

*Correlaciones entre modalidades de respuesta de cubos*

<b>Tipo de indicador</b>	<b>r</b>	<b>p</b>	<b>r<sup>2</sup></b>
Puntuación	0.397	0.01	0.157609
Tiempo	0.811	0.000	0.657721

*Nota:* se muestra el coeficiente de correlación (r), la significancia bilateral asintótica (p) y el coeficiente de determinación (r<sup>2</sup>) para cada modalidad de respuesta de la subprueba cubos.

### Otros Gráficos relevantes de análisis de datos.

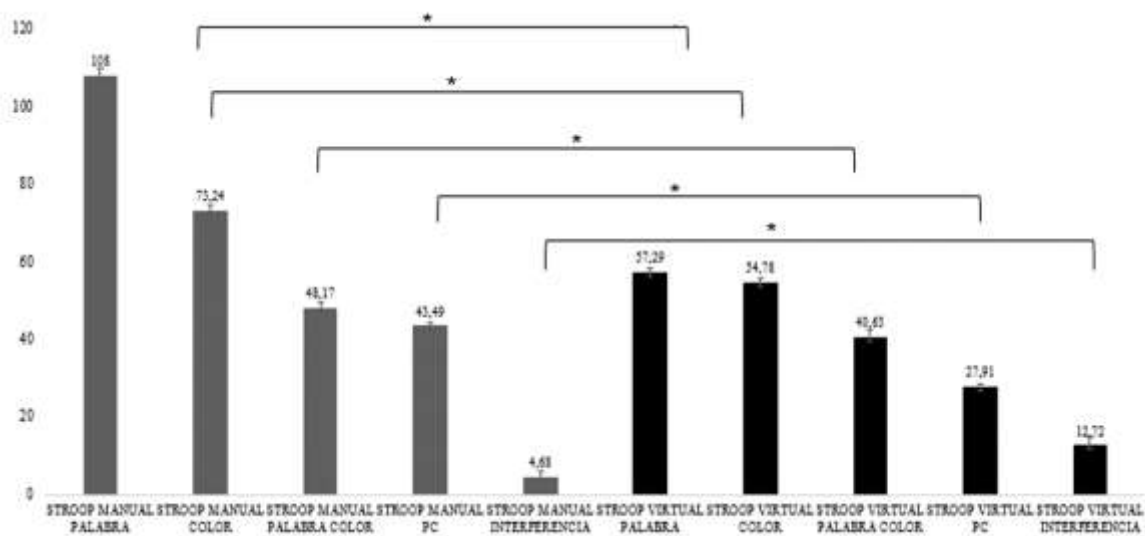


Figura 3. Comparación promedios de puntuación entre aplicaciones para la prueba Stroop, el \* indica un  $p < 0,05$ .

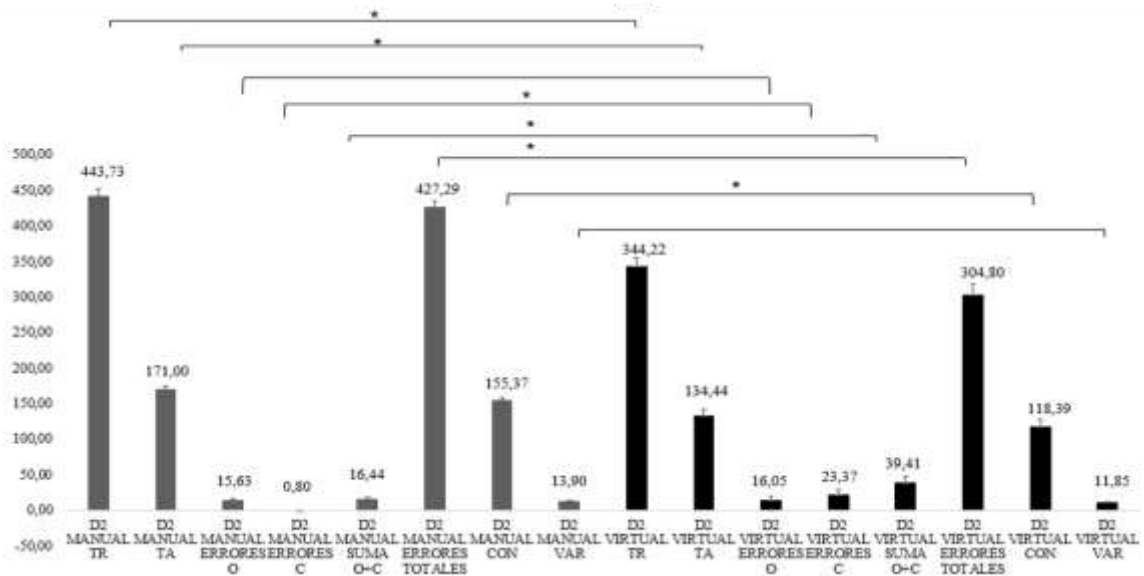


Figura 4. Comparación promedios de puntuación entre aplicaciones para la prueba D2, el \* indica un  $p < 0,05$ .



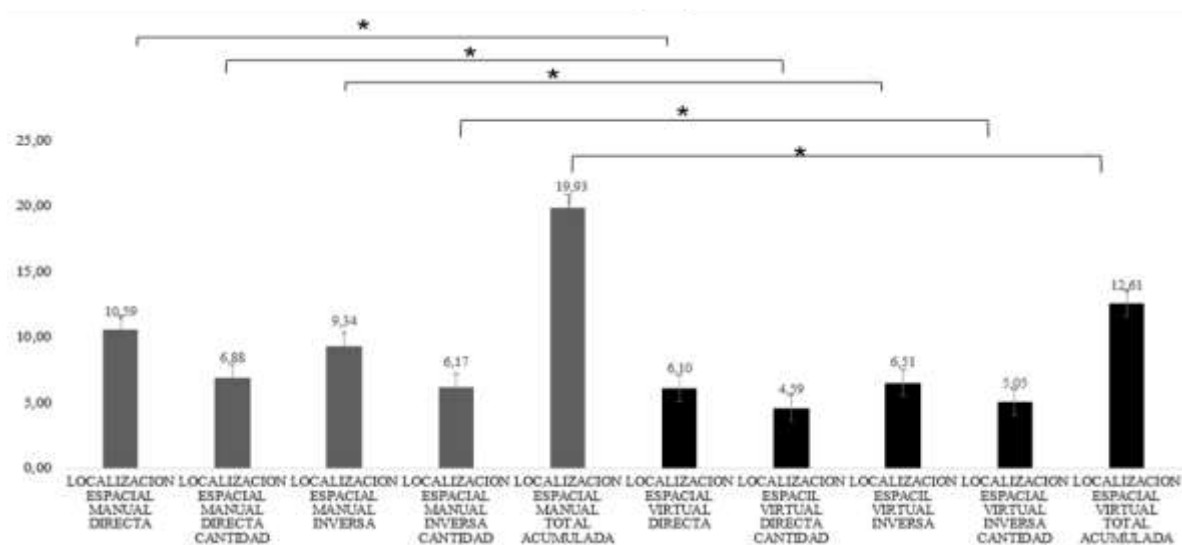


Figura 5. Comparación de promedios de puntuación entre aplicaciones para la prueba Localización espacial el \* indica un  $p < 0,05$ .

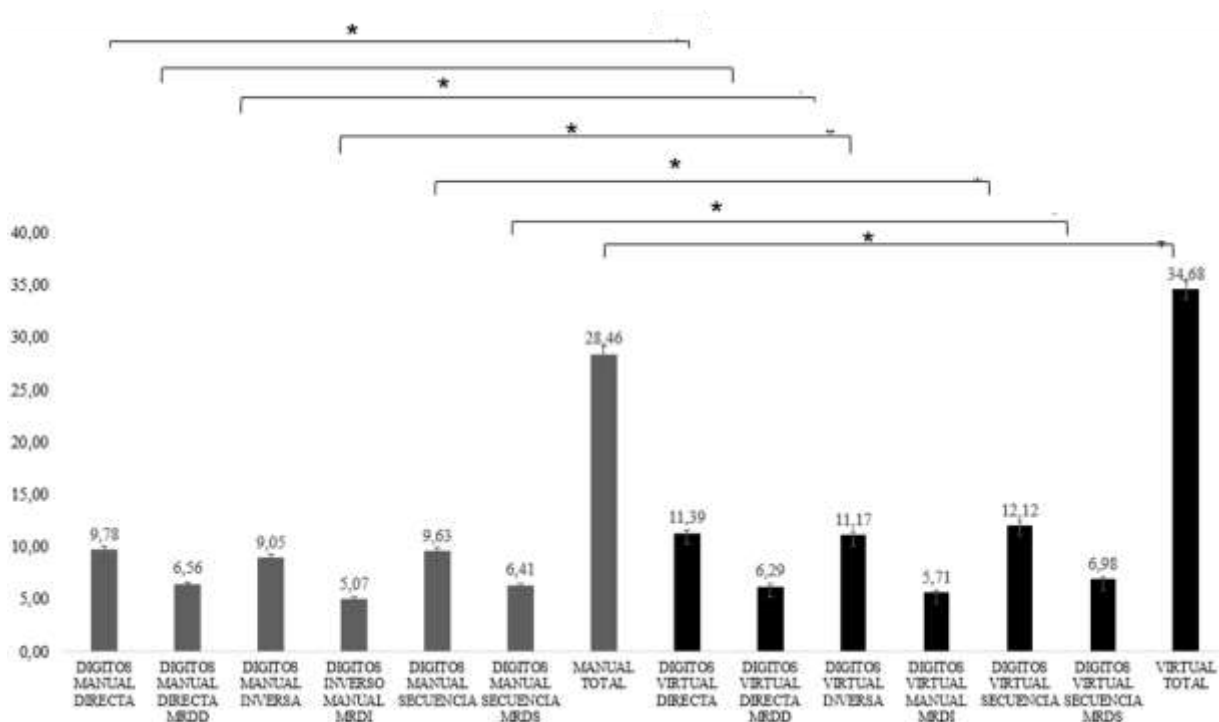


Figura 6. Comparación de medias promedios de puntuación entre aplicaciones para las sub pruebas de Dígitos el \* indica un  $p < 0,05$ .

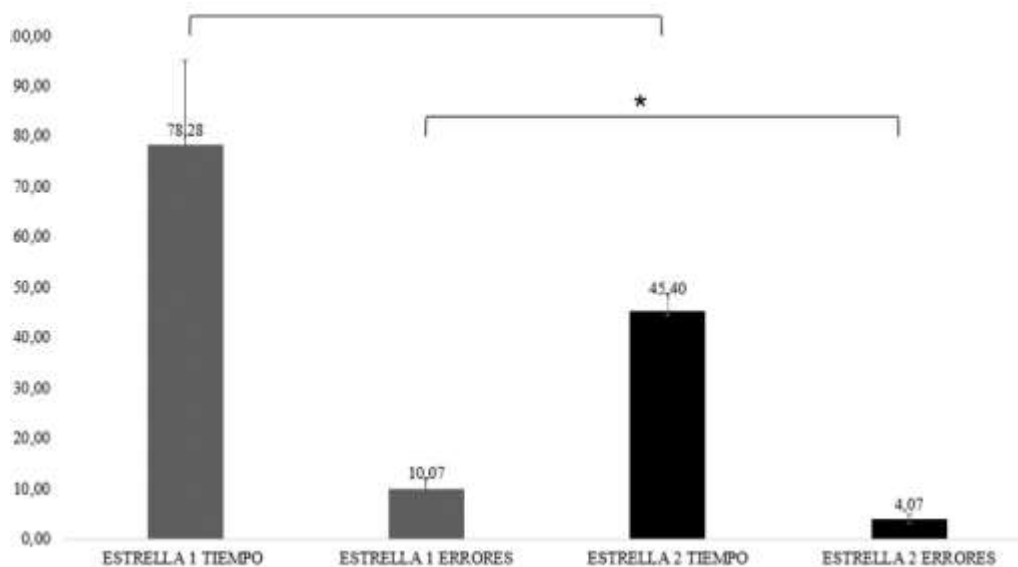


Figura 7. Comparación promedios de puntuación entre aplicaciones para la prueba Estrella invertida el \* indica un  $p < 0,05$ .

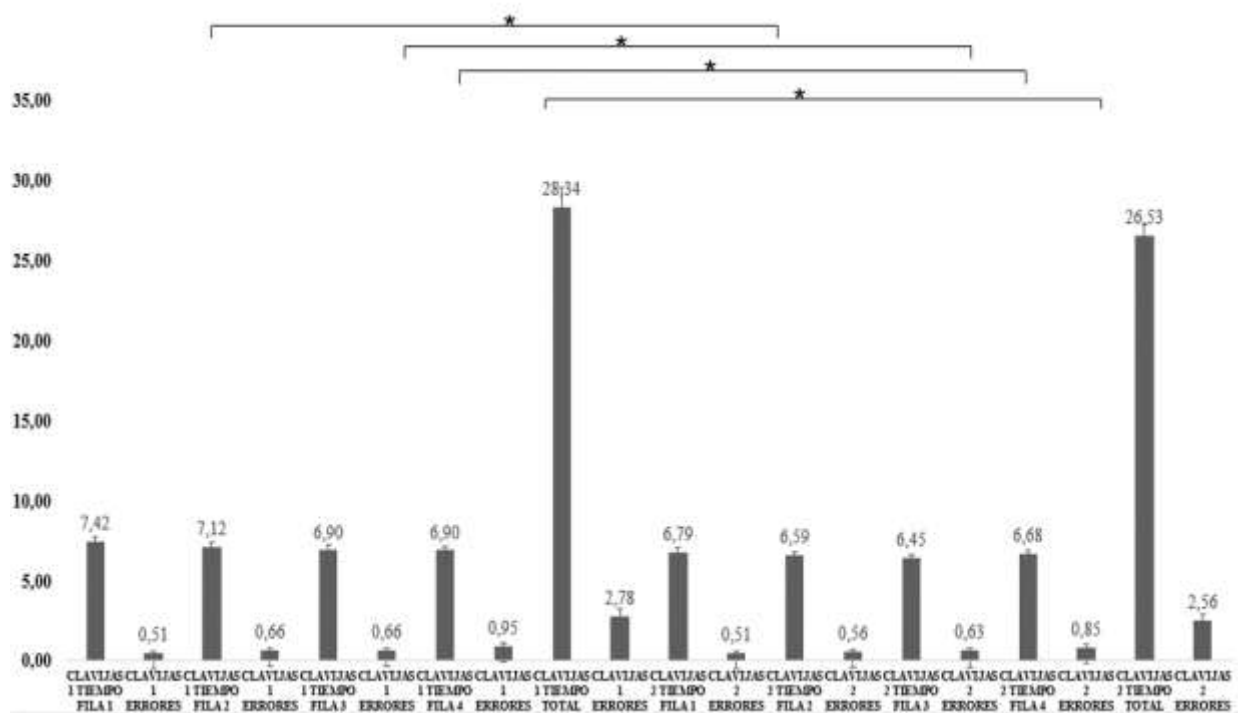
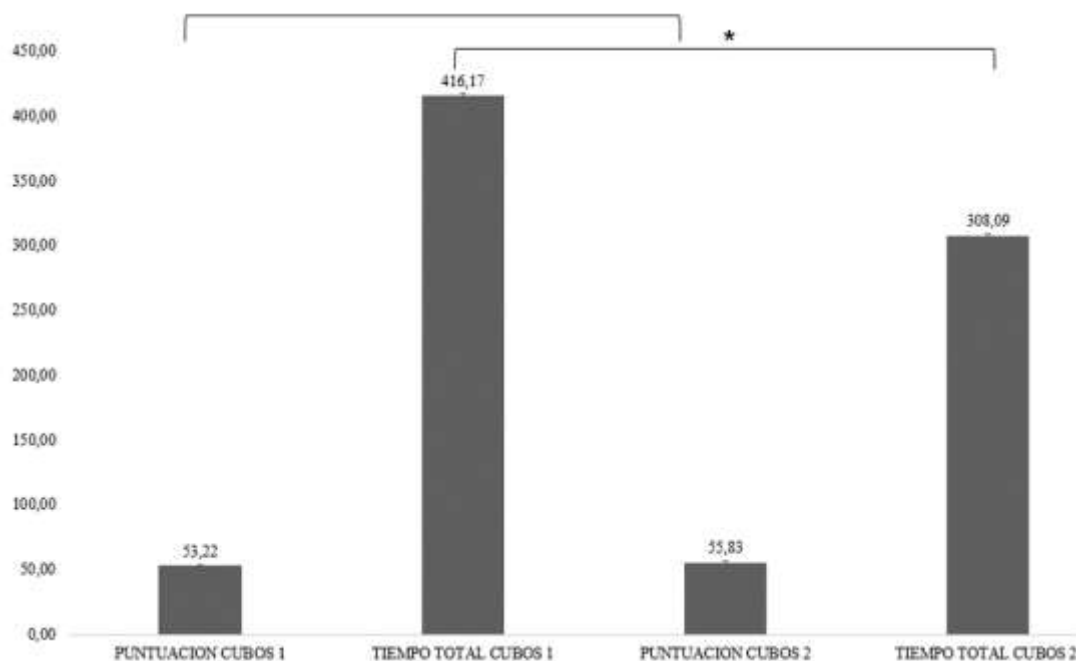


Figura 8. Comparación promedios de puntuación entre aplicaciones para la prueba Clavijas, el \* indica un  $p < 0,05$ .



*Figura 9.* Comparación promedios de puntuación entre aplicaciones para la prueba Cubos del WAIS III, el \* indica un  $p < 0,05$ .

### Discusión

La discusión tendrá su eje en torno a los diversos factores que influenciaron de una u otra manera en los resultados encontrados en cada una de las aplicaciones de las pruebas en su formato físico y manual, buscando exponer las posibles explicaciones en términos de qué pudo haber causado un distanciamiento o una correlación entre lo postulado en apartados anteriores.

En este orden de ideas es relevante resaltar que en el momento de llevar a cabo ciertas tareas para las pruebas virtualizadas, el hecho de tener que usar instrumentos adicionales como un teclado o el mouse para responder pueden generar procesos cognitivos adicionales que pueden afectar la medición del constructo que se busca en cada prueba como se pueden ver en estudios sobre la selección de personal militar, en donde los diferentes elementos externos se utilizan en concordancia de lo que se busca medir exactamente, siendo coherentes con las aptitudes demostradas por los evaluados (Sands, Waters & McBride, 1999), ejemplos de esto pueden ser las estrategia mnemotécnicas que faciliten la tarea o por el contrario procesos que

decrementan el rendimiento en estas. En el caso de las pruebas manuales estos procesos cognitivos se pueden ver también en el momento de generar estrategias de aprendizaje; como lo puede ser guiarse por los movimientos de los labios del examinador o por el tono de voz que este utilice, esto se puede ver sustentado con estudios sobre el uso de estrategias de aprendizaje o entrenamiento las cuales usualmente se basan en estas reglas y sistemas mnemotécnicos, como por ejemplo la asociación de estímulos visuales o el uso de palabras claves (Campos & Ameijide, 2014).

Es importante tener en cuenta la influencia del espacio en el cual se realizaron las pruebas, ya que, a pesar de contar con un espacio igual y controlado en todas las aplicaciones, hubo variables fuera del control de los examinadores que pudieron influenciar de alguna manera los resultados. Esto toma mucha importancia si tenemos en cuenta los estudios que relacionan la ergonomía con la psicología, especialmente los procesos cognitivos de autores como Salmerón, Fajardo & Cañas, (2004) quienes especifican que la relación entre estas va más allá del aspecto meramente físico de la comodidad y exponen como para poder realizar una tarea una persona tiene que percibir los estímulos del ambiente, recibir información y decidir a partir de estas qué acciones tomar y cómo hacerlo y que para esto la ergonomía y la distribución de los espacios y estímulos es un concepto base.

Así en el caso de este trabajo, al hacerlo en un espacio universitario, a pesar de ser un laboratorio, el ruido, el tipo y tamaño de las mesas y la interferencia de otras variables fueron inevitables. Por ejemplo, esto podría verse relacionado con los cambios en los resultados de pruebas como anillas y clavijas, ya que el tamaño de la mesa en una aplicación y otra podía variar según el espacio asignado, logrando variaciones en los procesos anteriormente mencionados (Salmerón ,Fajardo & Cañas, 2004).

Basándose en los resultados del stroop, se plantea que las diferencias encontradas entre la modalidad manual y virtual, se pueden deber a diferencias en términos de los procesos que se deben cumplir para realizar correctamente la tarea, ya que en la modalidad manual, se plantea una ejecución de tal manera que consta de lectura directa de una hoja de papel y respuestas verbales, a diferencia de la modalidad virtual, la cual requiere de lectura, comprensión de la orden y una respuesta motora proporcionada en un teclado específico y no por un medio verbal, esto mismo podría explicar el efecto del tipo de aplicación sobre el componente de palabra virtual. Estos efectos se pueden ver también en los estudios de Emily Elliott, Candace Morey, Richard Morey, Sharon Eaves, Talley Shelton & Danielle Lufti (2013), en donde se muestra una clara influencia en los resultados en términos de variación de puntaje de interferencia en esta prueba al hacer los estímulos auditivos al usar una versión “cross modal” de la prueba y el efecto de procesos como la atención dividida sobre los resultados de esta.

Son también importantes las diferencias en los procesos necesarios para la inhibición del comportamiento en cada modalidad, ya que se requiere de un proceso diferente para leer, comprender y realizar la tarea en las pruebas manuales que para la selección de un estímulo en un teclado a partir de esta comprensión en las pruebas virtuales. Así en las pruebas virtuales se tendría una inhibición de una acción motora, previniendo por medio de la planeación que acciones de reflejo o automatizadas se lleven a cabo, predominando el seguimiento instruccional (Angelini et al., 2015), mientras en las manuales una más relacionada con el contenido verbal. Esto podría entonces explicar el por qué la interferencia es menor y la diferencia en los resultados obtenidos en el componente “palabra color” en cada modalidad, Basándose en la diferencia de procesos de diferenciación forma-color a conducta motora.

Por otra parte, es posible explicar la disminución en la diferencia de la variable de palabra color por la automatización y el entrenamiento con el teclado en las pruebas anteriores, lo que puede permitir memorizar y tener un mejor rendimiento en la tarea, como se vio en el caso de los estudios con población de aspirantes a entrar a la marina o al ejército (Sands, Waters & McBride, 1999), o hipotetizar el bajo puntaje de inhibición en la modalidad palabra color virtual es debido a que la palabra esta con la tinta que se pide nombrar, y el instrumento de medición contiene explícitos los colores, esto pude permitir asociar las respuestas y no realizar el mismo impacto de inhibición del stroop manual, como se puede ver reflejado en el estudio del uso de palabras clave como estrategias de aprendizaje recordando nuevamente los estudios de (Campos & Ameijide, 2014).

En el caso de la prueba d2, se plantea la influencia del tipo de tarea que se debe realizar como posible explicación de las diferencias encontradas en la modalidad virtual en relación al orden de las aplicaciones, así el hecho de tener un estímulo visual que se debe leer linealmente y convertir en respuesta motora (tachar o no tachar el estímulo) inhibiendo estímulos irrelevantes como primera aproximación a la tarea, puede facilitar el proceso de respuesta de la tarea virtual, ya que en este se presenta un estímulo de manera aislada y se debe responder a este por medio de un teclado, así no se debe inhibir los demás estímulos que están al lado y la instrucción se facilita en este aspecto, esto es coherente con los componentes de la atención expresados por Sohlberg & Mateer (2001) ya que la atención focalizada se considera como un proceso mucho más básico y menos complejo que la selectiva, la cual sería necesaria para inhibir el estímulo relevante dentro de una lista larga.

Sin embargo, la complejidad de la tarea aumente en la versión virtualizada, ya que se vuelve insuficiente solo la comprensión de la instrucción y la inhibición de estímulos irrelevantes

ya que la respuesta correcta e incorrecta debe asociarse con un elemento específico del teclado que lo representa, agregándole un componente más que debe tenerse en cuenta al momento de responder la tarea.

En cuanto a la prueba números y letras, es interesante como se da una diferencia en la puntuación directa según el orden de aplicación, en donde se evidencia un puntaje inferior en las pruebas virtuales, y sin embargo se encuentra que estas cuentan con un span atencional mayor, por lo que se plantea la posibilidad de que este cambio se deba a una mayor distractibilidad en el formato virtual al no tener una interacción personal con el evaluador, ya que pese a cometer más errores en la ejecución virtual en algunos reactivos se lograba avanzar más dentro de la misma prueba en términos de lograr recordar y ordenar una mayor cantidad de ítems.

Seguido a esto, el span atencional puede ser mayor debido a que los elementos físicos de la prueba virtual, tales como el teclado, pueden brindar claves mnemotécnicas de aprendizaje que significa una ayuda en la tarea que involucra el span atencional como las ejemplificadas en los estudios de Campos & Ameijide (2014).

Basándose en los resultados adquiridos en la comparación de la prueba Anillas, se plantea que la versión virtualizada de Anillas “Tol” favorece la planeación, porque aumenta la cantidad de tiempo con una reducción significativa de movimientos. Así mismo se plantea que el aumento en el tiempo se puede deber a una dificultad en la realización de dicha tarea puesto que su instrumento es el cursor táctil de un computador, ya que es un proceso motriz diferente a el movimiento del brazo y el agarre necesario para realizar la tarea de manera física (Benjumea, 2009), por lo tanto se ve la influencia de la actividad motora para mejorar el desempeño de planeación.

En cuanto a la prueba de localización espacial, al notar que los resultados no muestran una diferencia en relación a la modalidad de aplicación, se plantea que el instrumento virtual puede contar con una consistencia con respecto a la modalidad manual, sin que esto implique que ambos instrumentos realicen la medición de la misma manera, ya que esta diferencia se puede ver reflejada en los resultados en la modalidad virtual.

Así mismo, es posible que condiciones como el teclado y la asociación de números con la posición en el espacio puede permitir que se vean aumentados los resultados en términos del desempeño en la tarea en orden inverso.

Ahora bien, estos cambios pueden deberse a factores como la familiarización con la tarea de digitar números como respuesta en comparación a la tarea novedosa de señalar con el dedo los cubos que representan la secuencia quitándole el componente práxico y la necesidad de motricidad.

En términos de otros factores que pudieron tener efecto sobre los resultados, se plantea una posible influencia del momento de aplicación, según el protocolo utilizado. Esto debido a que era la última prueba en aplicarse y debido a efectos del agotamiento el desempeño podría cambiar. Adicionalmente a esto se puede ver a través de la relación con pruebas que involucran procesos de atención focalizada y sostenida que en términos de la atención, las correlaciones entre los resultados de esta prueba en su formato manual con los de Stroop palabra, PEBL movimientos, d2 manual y total de aciertos del d2 permiten suponer un efecto de la atención focalizada ya que a pesar de ser tareas diferentes, al tener un buen desempeño en una, lo tienen en la otra, aquí vuelven a ser importantes los tipos jerarquizados de la atención, que explicarían las facilidades o dificultades de un evaluado para realizar una tarea en concordancia con la implicaciones en términos atencionales que estas requieran (Sohlberg & Mateer, 2001b).



En la prueba dígitos al observar que el span atencional y de memoria de trabajo es similar en ambas modalidades a pesar que la puntuación directa muestra una diferencia evidente, se plantea la hipótesis de que la diferencia entre en la puntuación se debe a que el participante puede llegar a perder interés o atención en la prueba debido a la facilidad o repetitividad de esta, por lo tanto la dificultad de la tarea inicial de dígitos directos puede generar que el evaluado no genera tanta motivación frente a la tarea, mientras que en la tarea inversa que implica memoria de trabajo, se presenta mayor dificultad lo cual puede llevar a que los sujetos tengan un esfuerzo mayor y un mejor desempeño, esto se puede ver corroborado en estudios como los realizados por Herczeg & Lapegna (2012) en donde afirman que en términos de aprendizaje, la motivación es incidente sobre todo en el modo de pensar y actuar de manera intrínseca y extrínseca, así mismo toma importancia lo expresado por Pinrich (1991) citado en Herczeg & Lapegna (2012) quien afirma que una valoración positiva de la tarea conlleva a un compromiso más intenso con las mismas, es decir que la considerar la tarea como novedosa o útil el sujeto tendrá mayor motivación y esta a su vez debe influenciar en términos positivos su puntaje en las pruebas.

Según los resultados, se puede ver que se cumple con la condición de que el span atencional sea mayor al de memoria de trabajo en las pruebas manuales, mientras en las versiones virtuales no se cumple en todos los grupos. En específico el caso de la prueba “virtual 1” en donde la diferencia de la en puntuación en bruto de la modalidad inversa es significativamente mayor a los resultados de la modalidad directa, esto se puede deber a el hecho de tener un teclado disponible que puede servir como herramienta mnemotécnica ante una actividad novedosa, lo cual puede condicionar la manera de llevar a cabo la tarea en la segunda aplicación. Es diferente el proceso de repetición a la comprensión que se debe hacer para entender el número que le dictan y escoger su representación en el teclado.

En términos de las pruebas utilizadas para medir el reaprendizaje (cubos, estrella y clavijas) es relevante resaltar el efecto del lugar en el que se llevó a cabo la aplicación, puesto que en el momento de realizar la prueba al mismo tiempo que la aplicación en formato manual se contaba con un espacio diferente, donde la mesa era más grande y se contaba con mayor espacio a comparación de la aplicación en compañía de las pruebas virtuales en donde la mesa era significativamente más pequeña y la posición del evaluado era muy diferente en el momento de solucionar la tarea (Salmerón, Fajardo, & Cañas, 2004).

Surge una inquietud con respecto a la modalidad de aplicación, puesto a que cuando se aplicaban las pruebas y se utilizaba un espacio que parecería más incómodo en términos de amplitud de la mesa y posición del evaluado, se encontró un desempeño más estable que en las que contaban con un mayor espacio para realizarse.

Es importante aclarar que es posible que esta diferencia se deba a casos específicos en los cuales los sujetos obtenían puntajes fuera de lo esperado con respecto al grupo de referencia.

### **Conclusiones.**

A partir de lo analizado anteriormente y en forma de conclusión, es posible afirmar que la comparación del desempeño y las diferencias de cada proceso de aplicación de las pruebas neuropsicológicas implementadas no son equiparables, debido a que los procesos implicados para la resolución de pruebas manuales y virtuales son diferentes, tanto en la recepción del estímulo como en codificación y evocación de respuestas.

Se observa que el uso de pruebas virtualizadas presenta tanto ventajas como desventajas que es importante considerar al momento de usarlas. Dentro de las ventajas observamos, que las pruebas virtuales pueden presentar beneficios para la investigación como se puede observar en estudios como los realizados con los procesos de selección de aspirantes a las fuerzas militares,

en donde sus aptitudes son demostradas a partir de las respuestas que dan a diversos reactivos y los cuales indican qué otras partes del test deben o no realizar (Sands, Waters & McBride, 1999), destacándose entre estos la cantidad de tiempo empleado, un aumento en la población que se logra alcanzar y un mayor control de diversas variables que permite eliminar sesgos producidos por el evaluador. Ahora bien, es necesario establecer la validez predictiva, de constructo, de criterio y de contenido en las pruebas virtuales para favorecer, de esta forma, que instrumentos virtuales lleguen a ser equiparables con los instrumentos manuales y puedan ser utilizados y estandarizados.

Por otra parte, el análisis de los resultados permite llegar a la conclusión que el computador al ser un instrumento externo al sujeto puede fomentar o disminuir el desempeño directo del constructo que se desea medir, así como en algunas pruebas pudo favorecer estrategias de recobro de información y aumentar su puntuación directa, en algunas otras puede disminuir el tiempo y aumentar el grado de dificultad o cansancio, puesto que los participantes no realizan un proceso similar al que se hace con los propios recursos; y el hecho de añadir instrumentos donde se podían ubicar y recordar información tales como un teclado, cursores o cualquier otro instrumento adicional que no tuviese en cuenta la prueba en su versión original, afecta el desempeño de la misma.

De esta forma, al generar un formato virtual de las pruebas, se introducen una serie de variables extrañas y novedosas en las pruebas que diferencian las virtuales de la forma manual. Dentro de esto, reconocemos como una limitación el hecho de perder en las pruebas virtualizadas los datos cualitativos, que solo se pueden obtener por medio de la interacción directa con el evaluado y se pierde el rol del evaluador dentro de las pruebas.

A juicio nuestro, realizar este tipo de evaluaciones virtuales para fines investigativos donde la necesidad de aplicar un instrumento a varias personas al mismo tiempo y limitantes como el tiempo o el dinero son recurrentes, puede ser de mucha utilidad y de grandes ventajas, sin embargo, es importante preguntarse por la pertinencia del uso de este tipo de instrumentos en otros ámbitos, especialmente en contextos clínicos, educativos o de evaluación en general, donde no se considera que la modalidad virtual sea la más apropiada puesto que se correría el riesgo de perder información cualitativa que complementa y ayuda a profundizar la información obtenida.

Es por esto que este tema debe ser tomado a consideración, para evitar que se pierdan dinámicas relacionales en los casos en donde son realmente necesarias, pero favoreciendo este tipo de metodología virtual en contextos de procesos masivos donde la ausencia de información cualitativa no afecte de manera negativa los resultados, sino que al contrario se vean todos los beneficios anteriormente mencionados.

Es importante aclarar que este trabajo de grado no está hecho con el fin de favorecer la reducción de tiempos de aplicación, sino de identificar las ventajas y desventajas de pruebas virtuales en comparación con su formato original a lápiz y papel y con esto poder generar la inquietud de en qué contextos es posible utilizar las versiones virtualizadas, teniendo en cuenta como debe ser el proceso de construcción y verificación, puesto que sigue siendo una labor psicológica la medición y debe mantener su carácter ético y deontológico, donde se parte por un principio de beneficencia y no maleficencia en cada sujeto participante.

En concordancia con lo anteriormente expuesto, surge la propuesta de investigaciones a futuro concerniendo temas como el efecto que tiene el cambio de modalidad de aplicación sobre los procesos cognitivos que median la realización propicia de la tarea propuesta en cada prueba,

así como proyectos que indaguen tanto el rol y la importancia del evaluador como la influencia de cambiar de evaluador entre una aplicación y la otra.

A partir de todo lo obtenido y de un extenso recorrido por las pruebas utilizadas, la importancia de la medición, y las diferentes formas de realización de una administración de pruebas, surgen preguntas que parecen relevantes para futuros proyectos de investigación como puede ser el impacto de un evaluador en el desempeño en las pruebas psicométricas, neuropsicológicas o de evaluación. También sobre cómo la pregunta por el efecto de la retroalimentación positiva, o castigo negativo en el desempeño de los sujetos.

Adicionalmente identificar si hay un cambio en el constructo que se mide al cambiar los sistemas de recepción sensorial de información necesarios para realizar una tarea tales como, auditivos a visuales, o visuales a auditivos, también parece interesante observar el impacto de las diferentes respuestas cuando estas deben cambiar de modalidad de verbales a motoras.

Otro tema de investigación a partir de este estudio puede ser la posibilidad o no de identificar las variables y estímulos más relevantes o sensibles para medir un constructo en diferentes subpruebas, para así ver la posibilidad de omitir algunas partes de los tests como reactivos, ítems o incluso variables, y así disminuir el tiempo de aplicación llegando a asumir mayores cantidades de datos desde un nivel predictivo con su respectivo error.

Adicionalmente, se reconoce como una limitación del presente trabajo la familiaridad con la tarea de programación en términos del conocimiento y uso de programas digitales que permiten el desarrollo de instrumentos virtuales, por lo que se propone realizar un trabajo conjunto con áreas de las ciencias informáticas que permitan el desarrollo de pruebas más exactas que logren eliminar la brecha entre las pruebas físicas y las virtuales.

Finalmente en términos de la experiencia de los investigadores del presente estudio, es relevante el hecho de que el ejercicio investigativo permitió identificar, deconstruir y reconstruir las diferentes pruebas generando un acercamiento a los instrumentos de medición, donde preguntarse el cómo se mide cada constructo de las diferentes pruebas utilizadas y cómo estos dependen de los procesos de recepción, codificación y evocación de la información, favoreció un pensamiento más consciente de las diferentes características de algunas pruebas.

### Referencias.

- Agudelo, D. M. (2009). Propiedades psicométricas del Inventario de Depresión Estado / Rasgo (IDER) con adolescentes y universitarios de la ciudad de Bucaramanga. *Pensamiento Psicológico*, 5(12), 139–160.
- Amador, J. (2013). *Escala de inteligencia de Wechsler para adultos-IV*. Universidad de Barcelona. Recuperado de: <http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/33834/1/Escala%20de%20inteligencia%20de%20Wechsler%20para%20adultos-WAIS-IV.pdf>
- Angelini, M., Calbi, M., Ferrari, A., Sbriscia-Fioretti, B., Franca, M., Gallese, V., & Umiltà, M. A. (2015). Motor Inhibition during Overt and Covert Actions: An Electrical Neuroimaging Study. *Plos One*, 10(5), e0126800. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0126800>
- Ardanaz, J., & Berruezo, P. (2009). Psicomotricidad y educación infantil. *Revista Impreso En España*, (16), 1–10. Recuperado de [http://bcnslp.edu.mx/antologias-rieb-2012/primaria-i- semestre/DFyS/Materiales/Unidad\\_DFySpreesco/RecursosExtra/DesarrolloPsicomotor /PsicomotricidadEducInfantil.pdf](http://bcnslp.edu.mx/antologias-rieb-2012/primaria-i- semestre/DFyS/Materiales/Unidad_DFySpreesco/RecursosExtra/DesarrolloPsicomotor/PsicomotricidadEducInfantil.pdf)
- Ardila, A., & Ostrosky-Solis, F. (2008). Desarrollo histórico de las funciones ejecutivas. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría Y Neurociencias.*, 8(305), 1–21.
- Artacho, M. R. A. (2003). *Pruebas para evaluar atención*. Tesina de Mariángeles Rodríguez (tesis inédita).Madrid.
- Ballesteros, R. (1995). Mariano Yela: Practica y teoría, una síntesis personal. *Revista de Psicología General Y Aplicada*, 48(4), 485–496.

- Barberán, E., & Flores, M. G. (2009). *El desarrollo de la motricidad fina y gruesa y su importancia en el aprendizaje de la escritura de los niños/as del segundo y tercer año de educación básica de la Escuela Fiscal Mixta "Montecristi"* (Tesis inédita). Montecristi, Ecuador.
- Beldarrain, M. (2013). *Síndromes disecutivos: Bases, Clínica y Evaluación* (tesis en edición). Recuperada de: [http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion- logo/14 \\_disejecutivos.pdf](http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion- logo/14 _disejecutivos.pdf)
- Benjumea, M. (2009). *Elementos constitutivos de la Motricidad como dimensión humana*. Universidad de Antioquia.
- Berch, D. B., Krikorian, R., & Huha, E. M. (1998). The Corsi block-tapping task: methodological and theoretical considerations. *Brain and Cognition*, 38(3), 317–338.  
<http://doi.org/10.1006/brcg.1998.1039>.
- Campo, L. A. (2010). Importancia del desarrollo motor en relación con los procesos evolutivos del lenguaje y la cognición en niños de 3 a 7 años de la ciudad de Barranquilla ( Colombia )  
Importance of the motor development in terms of the evolutionary process of language and.  
*Salud Uninorte Barranquilla*, 26(1), 65–76.
- Campos, A., & Ameijide, L. (2014). Mnemotecnia y metamemoria en las personas mayores.  
*Universitas Psychologica*, 14(1), 57–66. <http://doi.org/10.11144/Javeriana.upsy14-1.mmpm>
- Casanova-Sotolongo, P., Casanova-Carrillo, P., & Casanova-Carrillo, C. (2004). La memoria.  
Introducción al estudio de los trastornos cognitivos en el envejecimiento normal y patológico.  
*Revista de Neurologia*, 38(5), 469–472.



- De la Cruz, L. M. (2009). *Importancia de la motricidad gruesa en el proceso de desarrollo de la dimensión corporal*. Corporación Universitaria Minuto de Dios.
- Drasgow, F. y Olson-Buchanan, J. B.(1999). *Innovations internet computerized assessment*. Mahwah, New Jersey.
- Elliott, E. M., Morey, C. C., Morey, R. D., Eaves, S. D., Shelton, J. T., & Lutfi-Proctor, D. a. (2013). The role of modality: Auditory and visual distractors in Stroop interference. *Journal of Cognitive Psychology*, 00(February 2015), 15–26. <http://doi.org/10.1080/20445911.2013.859133>
- Estévez-González, A., García-Sánchez, C., & Junqué, C. (1997). La atención: una compleja función cerebral. *Revue Neurologique*, 25(148), 1989–1997.
- Fernández-Castillo, A., & Gutiérrez-Rojas, M. E. (2009). Atención selectiva, ansiedad, sintomatología depresiva y rendimiento académico en adolescentes. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 7(1), 49–76.
- Fischer, M. H. (2001). Probing spatial working memory with the Corsi Blocks task. *Brain and Cognition*, 45(2), 143–154. <http://doi.org/10.1006/brcg.2000.1221>
- Fowler, K. M. (2011). *Gender differences in mirror-tracing task performance* (Tesis de Maestría). Georgie Institute of Thechnology.Georgia.
- García-Ogueta, M. I. (2001). Mecanismos atencionales y síndromes neuropsicológicos. *Revista de Neurologia*, 32(5), 463–467.

- Giraldo, B., & Rodriguez, O. R. (1997). Hisotria de la psicología en Colombia: Recuento de algunos de los eventos significativos en los primeros 50 años de historia profesional. *Revista de Historia de La Psicología*, 18(3-4), 467–485.
- Herczeg, C., & Lapegna, M. (2012). *Autorregulación, estrategias y motivación en el aprendizaje*. (Spanish). *Autorregulation, Estratégias E Motivación En El Aprendizage*, 35(37), 9–19.
- Holländare, F., Andersson, G., & Engström, I. (2010). A comparison of psychometric properties between internet and paper versions of two depression instruments (BDI-II and MADRS-S) administered to clinic patients. *Journal of Medical Internet Research*, 12(5), e49.  
<http://doi.org/10.2196/jmir.1392>
- Jeong, H. (2014). A comparative study of scores on computer-based tests and paper-based tests. *Behaviour & Information Technology*, 33(4), 410–422. <http://doi.org/10.1080/0144929X.2012.710647>
- Jiménez, J., Hernández, S., García, E., Díaz, A., Rodriguez, C., & Martín, R. (2012). Test de Atención D2 Datos Normativos y Desarrollo Evolutivo de la Atención en Educación Primaria. *Eu*, 5(1), 93–106. <http://doi.org/10.1989/ejep.v5i1.93>
- Jódar-Vicente, M. (2004). Funciones cognitivas del lóbulo frontal. *Revista de Neurologia*, 39(2), 178–182.
- Kagan, J., & Ed, G. (1998). *Habilidades de motricidad fina*. Gale Encyclopedia of Childhood & Adolescence. Detroit.
- Larner, A. (2008). *Neuropsychological Neurology*. New York: Cambridge University Press

- López-Villalobos, J. A., Serrano-Pintado, I., Andrés-De Llano, J. M., Delgado Sánchez-Mateos, J., Alberola-López, S., & Sánchez-Azón, M. I. (2010). Utilidad del test de Stroop en el trastorno por déficit de atención / hiperactividad. *Revista de Neurología*, 50(6), 333–340. Retrieved from [www.neurologia.com/pdf/Web/5006/bd060333.pdf](http://www.neurologia.com/pdf/Web/5006/bd060333.pdf)
- Loubon, O., Loubon, C. O., & Franco, J. C. (2010). Neurofisiología del aprendizaje y la memoria. Plasticidad Neuronal. *Redalyc*, 6 (1), 1-8. <http://doi.org/10.3823/048>
- Lozzia, G. S., Juan, F., Abal, P., Blum, G. D., Aguerri, M. E., Silvia, M., & Félix, H. (2009). Tests Informatizados . Nuevos desafíos prácticos y éticos para la Computerized Tests . New practical and ethical challenges for Psychological Assessment. *Summa Psicológica*, 6(1), 135–148.
- Martinez, A., Aguilar, O., Martinez, S., & Mariño, D. (2014). Caracterización y efectividad de programas de rehabilitación neuropsicológica de las funciones ejecutivas en pacientes con daño cerebral adquirido : una revisión. *Universitas Psychologica*, 13(3), 1147–1160. <http://doi.org/10.11144/Javeriana.UPSY13-3.cepr>
- Martínez-Castillo, E., Fernández, a., Maestu, F., López-Ibor, M. I., & Ortiz, T. (2001). Neuropsicología de la memoria: aplicaciones al estudio de la enfermedad de Alzheimer. *Revista de Psicología General Y Aplicada*, 54(1), 17–29.
- Mateo, V. F. (2005). Perspectivas recientes en la Evaluación Neuropsicológica y Comportamental del Trastorno por Déficit de Atención con / sin Hipeactividad. *Revista Electrónica de Investigación Psicoeducativa*, 3(7), 215–232. Recuperado de: <http://www.investigacion-psicopedagogica.org/revista/new/ContadorArticulo.php?92>
- Mikulic, I. (2006). *Construcción y adaptación de pruebas psicológicas*. Facultad de Psicología Universidad de Buenos Aires, 1–62.

- Mueller, S. T., & Piper, B. J. (2014). The Psychology Experiment Building Language (PEBL) and PEBL Test Battery. *Journal of Neuroscience Methods*, 222, 250–259.  
<http://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2013.10.024>.
- Noyes, J. M., & Garland, K. J. (2008). Computer- vs. paper-based tasks: are they equivalent? *Ergonomics*, 51(9), 1352–1375. <http://doi.org/10.1080/00140130802170387>.
- Olea, J., & Abad, F. J. (2010). Test informatizados y otros nuevos tipos de tests. *Papeles del psicólogo* 31(1), 97–107.
- Piacente, T. (2012). *Instrumentos de exploración psicológica-I programa del año 2012*. Universidad Nacional De La Plata, 8(4), 1–40. Recuperado de: <http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/programas/pp.4253/pp.4253.pdf>
- Portellano, J. ., Díez, A., & García, J. (2007). El test de las anillas ( TA ), un nuevo instrumento para la evaluación de las Funciones Ejecutivas The test of the rings , a new instrument. *Mapfre Medicina*, 18(1), 54–63.
- Prada Sarmiento, E. L., Pineda Garzón, G. E., Mejía Orduz, M. A., & Conde Cotés, C. A. (2010). Prueba computarizada Memonum: Efecto de intervalos y distractores sobre la memoria de trabajo en mujeres mayores de 50 años. *Universitas Psychologica*, 9(3), 893–906.
- Richards, D. (2013). Developments in Technology-Delivered Psychological Interventions. *Universitas Psychologica*, 12(2), 571–579. <http://doi.org/10.11144/Javeriana.UPSY12-2.dtdp>
- Rodriguez Valderrama, J. (1997). *Apuntes sobre la historia de la medicion en Colombia*. Universidad Catolica de Colombia, Bogotá.

- Rodríguez, M. C., & Castro, F. M. (2008). Diseño y pilotaje de un programa de ejercicios físico-lúdicos para estimular la atención en niños de 8 a 10 años. *Revista Iberoamericana de educación*, 47(1),1–10.
- Rosas, R. (2013). Evidencia de Validez Convergente Entre Las Versiones Chilenas de WAIS-IV y WISC-III. *Papeles de Investigación*, 1, 1–11.
- Rosas, R., Tenorio, M., Pizarro, M., Cumsille, P., Bosch, A., Arancibia, S., ... Zapata-Sepúlveda, P. (2014). Estandarización de la Escala Wechsler de Inteligencia Para Adultos-Cuarta Edición en Chile. *Psyche* (Santiago), 23(1), 1–18. <http://doi.org/10.7764/psykhe.23.1.529>
- Ruiz-Contreras, a., & Cansino, S. (2005). Neurofisiología de la interacción entre la atención y la memoria episódica: Revisión de estudios en modalidad visual. *Revista de Neurología*, 41(12), 733–743.
- Ruiz-Sánchez de León, J. M., Pedrero-Pérez, E. J., Rojo-Mota, G., Llanero-Luque, M., & Puerta-García, C. (2011). Propuesta de un protocolo para la evaluación neuropsicológica de las adicciones. *Revista de Neurología*, 53(8), 483–493.
- Salmerón, L., Fajardo, I., & Cañas, J. J. (2004). Sobre la relación entre la ergonomía y psicología cognitiva. *Anuario de Psicología*, 35(4), 507–519.
- Sands, W., Waters, B. K., & McBride, J. R. (1999). *Computerized Adaptive Testing : From Inquiry to Operation*. United States Army Research Institute for the Behavioral and Social Sciences.
- Sanz, L., & Alvarez, C. (2012). Evaluación en psicología clínica. (C. de documentación de estudios y Oposiciones, Ed.) (2nd ed.). Toledo.

- Sohlberg, M. M., & Mateer, C. (2001). *Cognitive Rehabilitation an interactive Neuropsychological Approach*. New York: The Guilford Press.
- Vecchi, T., & Richardson, J. T. (2001). Measures of visuospatial short-term memory: the Knox Cube Imitation Test and the Corsi Blocks Test compared. *Brain and Cognition*, 46(1-2), 291–295. [http://doi.org/10.1016/S0278-2626\(01\)80086-5](http://doi.org/10.1016/S0278-2626(01)80086-5)
- Verdejo-García, A., & Bechara, A. (2010). Neuropsicología de las funciones ejecutivas. *Psicothema*, 22(2), 227–235.
- Villaseñor, E. M., Díaz, E. G., & Ardila, A. (2009). Influencia del nivel educativo de los padres , el tipo de escuela y el sexo en el desarrollo de la atención y la memoria. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 41(2),257–276.
- Wechsler, D (2008a) Escala de inteligencia Wechsler IV. Manual de aplicación. Editorial Manual Moderno.
- Wechsler, D (2008b) Escala de inteligencia Wechsler IV. Manual técnico. Editorial Manual Moderno.
- Wechsler, D (2004a) Escala de inteligencia Wechsler III. Manual de aplicación. Editorial Manual Moderno.
- Wechsler, D (2004b) Escala de inteligencia Wechsler III. Manual técnico. Editorial Manual Moderno.
- Williams, J. (2013). Pruebas psicológicas Sistematizadas. Artículo de asistencia electrónica de Información Psicológica (Psico Asiste),1-12.
- Yela (1979) Test de Rapidéz Motora. Manual. Editorial TEA ediciones.

## Anexos

Anexo A.  
Estadísticos descriptivos

<i>Variable</i>	<i>N</i>	<i>Rango</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>M</i>	<i>Error</i>	<i>DE</i>
EDAD	41	5	16	21	17.95	.135	.748
STROOP MANUAL PALABRA	41	62.0	74.0	136.0	108.000	2.0407	170.750
STROOP MANUAL COLOR	41	35.0	56.0	91.0	73.244	1.3242	71.889
STROOP MANUAL PALABA COLOR	41	46.0	21.0	67.0	48.171	1.6207	107.695
STROOP MANUAL PC'	41	19.3	34.2	53.5	43.495	.7069	20.487
STROOP MANUAL INTERFERENCIA	41	42.1	-18.5	23.6	4.675	1.3251	71.986
STROOP VIRTUAL PALABRA	41	39.0	35.0	74.0	57.293	1.3422	73.862
STROOP VIRTUAL COLOR	41	38.0	36.0	74.0	54.780	1.2482	63.876
STROOP VIRTUAL PALABA COLOR	41	59.0	.0	59.0	40.634	2.0048	164.788
STROOP VIRTUAL PC'	41	17.7	17.7	35.5	27.916	.6009	14.802
STROOP VIRTUAL INTERFERENCIA	41	67.7	-35.4	32.3	12.719	1.9979	163.656
NUMEROS Y LETRAS MANUAL TOTAL	41	15.0	17.0	32.0	21.195	.4740	9.211
NUMEROS Y LETRAS MANUAL TOTAL CNL	41	4.0	4.0	8.0	5.805	.1683	1.161
NUMEROS Y LETRAS VIRTUAL TOTAL	41	15.0	12.0	27.0	17.659	.5417	12.030
NUMEROS Y LETRAS VIRTUAL CNL	41	5.0	4.0	9.0	7.317	.1989	1.622
ANILLAS TIEMPO	41	870.8	145.0	1015.8	302.582	20.6779	17530.661

ANILLAS MOVIMIENTOS	41	47.0	168.0	215.0	187.585	1.1713	7.4999	56.249
ANILLAS PEBL TIEMPO	41	395.2	220.6	615.8	383.436	12.2650	78.5345	6167.660
ANILLAS PEBL MOVIMIENTOS	41	181.0	132.0	313.0	170.854	4.5687	29.2537	855.778
D2 MANUAL TR	41	292.0	321.0	613.0	443.732	10.1417	64.9384	4217.001
D2 MANUAL TA	41	145.0	108.0	253.0	171.000	4.3119	27.6098	762.300
D2 MANUAL Errores o	41	70.0	.0	70.0	15.634	2.2658	14.5082	210.488
D2 MANUAL Errores C	41	5.0	.0	5.0	.805	.1888	1.2087	1.461
D2 MANUAL suma O+C	41	70.0	.0	70.0	16.439	2.3106	14.7954	218.902
D2 MANUAL Errores Totales	41	270.0	315.0	585.0	427.293	9.6946	62.0755	3853.362
D2 MANUAL CON	41	184.0	57.0	241.0	155.366	5.1475	32.9604	1086.388
D2 MANUAL VAR	41	20.0	6.0	26.0	13.902	.6797	4.3520	18.940
D2 VIRTUAL TR	41	321.0	173.0	494.0	344.220	12.2075	78.1663	6109.976
D2 VIRTUAL TA	41	286.0	16.0	302.0	134.439	7.8181	50.0600	2506.002
D2 VIRTUAL Errores o	41	138.0	.0	138.0	16.049	4.6136	29.5415	872.698
D2 VIRTUAL Errores C	41	215.0	2.0	217.0	23.366	6.2163	39.8037	1584.338
D2 VIRTUAL suma O+C	41	353.0	2.0	355.0	39.415	9.9115	63.4645	4027.749
D2 VIRTUAL Errores Totales	41	441.0	23.0	464.0	304.805	14.0170	89.7528	8055.561
D2 VIRTUAL CON	41	412.0	-122.0	290.0	118.390	10.7996	69.1512	4781.894
D2 VIRTUAL VAR	41	26.0	4.0	30.0	11.854	.9694	6.2071	38.528
LOCALIZACION ESPACIAL MANUAL DIRECTA	41	10.0	4.0	14.0	10.585	.3044	1.9490	3.799
LOCALIZACION ESPACIAL MANUAL DIRECTA CANTIDAD	41	5.0	4.0	9.0	6.878	.1682	1.0769	1.160



---

LOCALIZACION ESPACIAL MANUAL INVERSA	41	8.0	6.0	14.0	9.341	.2741	1.7551	3.080
LOCALIZACION ESPACIAL MANUAL INVERSA CANTIDAD	41	5.0	4.0	9.0	6.171	.1558	.9976	.995
LOCALIZACION ESPACIAL MANUAL TOTAL ACUMULADO	41	15.0	12.0	27.0	19.927	.4856	3.1096	9.670
LOCALIZACION ESPACIAL VIRTUAL DIRECTA	41	13.0	.0	13.0	6.098	.3901	2.4980	6.240
LOCALIZACION ESPACIAL VIRTUAL DIRECTA CANTIDAD	41	8.0	.0	8.0	4.585	.2518	1.6121	2.599
LOCALIZACION ESPACIAL VIRTUAL INVERSA	41	8.0	2.0	10.0	6.512	.3106	1.9890	3.956
LOCALIZACION ESPACIAL VIRTUAL INVERSA CANTIDAD	41	5.0	2.0	7.0	5.049	.2005	1.2836	1.648
LOCALIZACION ESPACIAL VIRTUAL TOTAL ACUMULADO	41	20.0	2.0	22.0	12.610	.5107	3.2702	10.694
DIGITOS MANUAL DIRECTA	41	8.0	6.0	14.0	9.780	.2974	1.9041	3.626

---

---

DIGITOS								
DIRECTOS	41	5.0	4.0	9.0	6.561	.1849	1.1842	1.402
MANUAL MRDD								
DIGITOS								
MANUAL	41	10.0	5.0	15.0	9.049	.3760	2.4078	5.798
INVERSA								
DIGITOS								
INVERSOS	41	6.0	2.0	8.0	5.073	.2353	1.5065	2.270
MANUAL MRDI								
DIGITOS								
MANUAL	41	8.0	6.0	14.0	9.634	.3470	2.2221	4.938
SECUENCIA								
DIGITOS								
MANUAL	41	5.0	4.0	9.0	6.415	.2095	1.3412	1.799
SECUENCIA								
MRDS								
MANUAL TOTAL	41	20.0	20.0	40.0	28.463	.8071	5.1677	26.705
DIGITOS								
VIRTUAL	41	10.0	6.0	16.0	11.390	.3292	2.1081	4.444
DIRECTA								
DIGITOS								
DIRECTOS	41	5.0	3.0	8.0	6.293	.2215	1.4185	2.012
VIRTUAL MRDD								
DIGITOS								
VIRTUAL	41	12.0	3.0	15.0	11.171	.3808	2.4383	5.945
INVERSA								
DIGITOS INVERSO								
VIRTUAL MRDI	41	8.0	1.0	9.0	5.707	.2270	1.4533	2.112
DIGITOS								
VIRTUAL	41	14.0	2.0	16.0	12.122	.3969	2.5416	6.460
SECUENCIA								
DIGITOS								
VIRTUAL	41	7.0	2.0	9.0	6.976	.2194	1.4051	1.974
SECUENCIA								
MRDS								
VIRTUAL TOTAL	41	23.0	22.0	45.0	34.683	.8133	5.2079	27.122
ESTRELLA 1								
TIEMPO	41	706.6	22.7	729.3	78.274	17.1283	109.6749	12028.574
ESTRELLA 1								
ERRORES	41	54.0	.0	54.0	10.073	2.0743	13.2823	176.420

---

---

ESTRELLA 2 TIEMPO	41	127.0	.0	127.0	45.395	3.4211	21.9058	479.865
ESTRELLA 2 ERRORES	41	20.0	.0	20.0	4.073	.8140	5.2124	27.170
CLAVIJAS 1 TIEMPO FILA 1	41	12.0	5.0	17.0	7.421	.3352	2.1465	4.607
CLAVIJAS 1 ERRORES FILA 1	41	4.0	.0	4.0	.512	.1402	.8978	.806
CLAVIJAS 1 TIEMPO FILA 2	41	13.0	5.0	18.0	7.115	.3277	2.0982	4.402
CLAVIJAS 1 ERRORES FILA 2	41	3.0	.0	3.0	.659	.1288	.8249	.680
CLAVIJAS 1 TIEMPO FILA 3	41	14.0	5.0	19.0	6.898	.3616	2.3153	5.361
CLAVIJAS 1 ERRORES FILA 3	41	4.0	.0	4.0	.659	.1380	.8835	.780
CLAVIJAS 1 TIEMPO FILA 4	41	8.7	4.4	13.0	6.906	.2613	1.6733	2.800
CLAVIJAS 1 ERRORES FILA 4	41	5.0	.0	5.0	.951	.1744	1.1169	1.248
CLAVIJAS 1 TIEMPO TOTAL	41	45.2	21.9	67.0	28.340	1.2141	7.7738	60.431
CLAVIJAS 1 ERRORES TOTAL	41	16.0	.0	16.0	2.780	.4493	2.8767	8.276
CLAVIJAS 2 TIEMPO FILA 1	41	8.4	4.6	13.0	6.787	.2406	1.5408	2.374
CLAVIJAS 2 ERRORES FILA 1	41	3.0	.0	3.0	.512	.1165	.7457	.556
CLAVIJAS 2 TIEMPO FILA 2	41	5.8	4.4	10.2	6.590	.2212	1.4165	2.006
CLAVIJAS 2 ERRORES FILA 2	41	3.0	.0	3.0	.561	.1161	.7433	.552
CLAVIJAS 2 TIEMPO FILA 3	41	5.5	4.8	10.3	6.443	.1878	1.2027	1.446
CLAVIJAS 2 ERRORES FILA 3	41	2.0	.0	2.0	.634	.1145	.7334	.538
CLAVIJAS 2 TIEMPO FILA 4	41	6.3	4.9	11.2	6.680	.1948	1.2473	1.556
CLAVIJAS 2 ERRORES FILA 4	41	4.0	.0	4.0	.854	.1659	1.0621	1.128

---

CLAVIJAS 2 TIEMPO TOTAL	41	21.3	19.1	40.3	26.524	.7328	4.6919	22.014
CLAVIJAS 2 ERRORES TOTAL	41	9.0	.0	9.0	2.561	.3440	2.2028	4.852
PUNTUACION CUBOS 1	41	229.1	21.0	250.1	53.222	5.1950	33.2642	1106.507
TIEMPO TOTAL CUBOS 1	41	1002.2	58.0	1060.2	416.168	32.6487	209.0536	43703.410
PUNTUACION CUBOS 2	41	35.0	31.0	66.0	55.829	1.3850	8.8682	78.645
TIEMPO TOTAL CUBOS 2	41	707.4	164.7	872.1	308.091	21.0632	134.8702	18189.958
Valid N (listwise)	41							

## Anexo 2.

## Análisis de frecuencia de edad

	<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Porcentaje válido</i>	<i>Porcentaje acumulado</i>
Válido 16	2	4,9	4,9	4,9
17	7	17,1	17,1	22,0
18	25	61,0	61,0	82,9
19	6	14,6	14,6	97,6
21	1	2,4	2,4	100,0
Total	41	100,0	100,0	

## Anexo 3.

## Análisis de frecuencia del género

	<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Porcentaje válido</i>	<i>Porcentaje acumulado</i>
Válido F	34	82,9	82,9	82,9
V	7	17,1	17,1	100,0
Total	41	100,0	100,0	

## Anexo 4.

## Análisis de frecuencias del tipo de aplicación

		<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Porcentaje válido</i>	<i>Porcentaje acumulado</i>
Válido	MANUAL	25	61,0	61,0	61,0
	VIRTUAL	16	39,0	39,0	100,0
	Total	41	100,0	100,0	

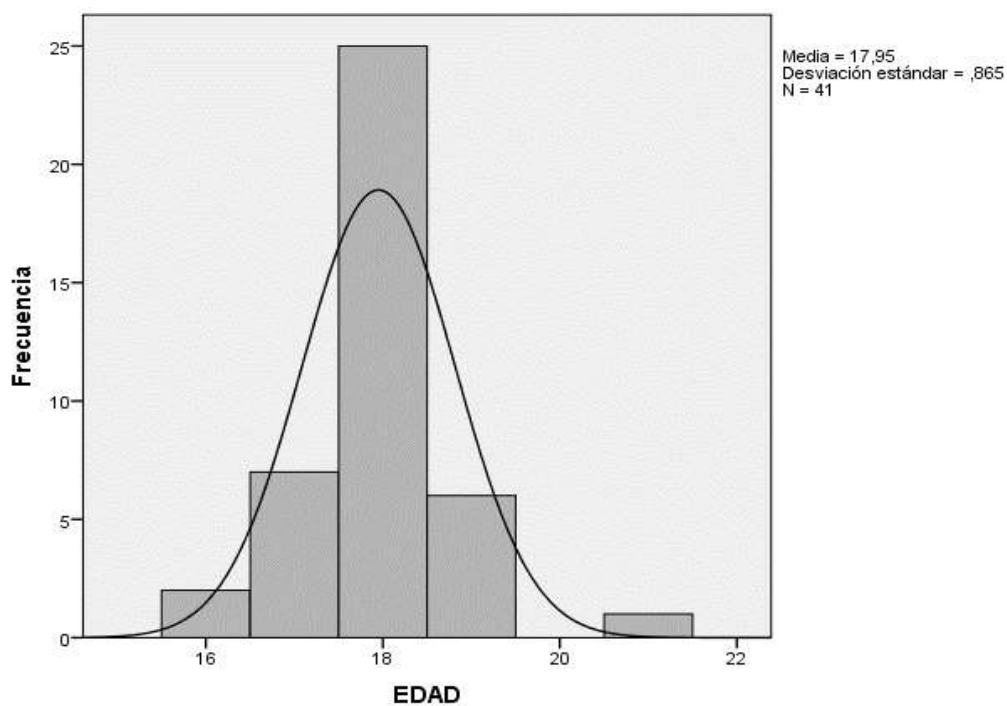
## Anexo 5.

## Análisis de frecuencia del tiempo de aplicación

		<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Porcentaje válido</i>	<i>Porcentaje acumulado</i>
Válido	MAÑANA	23	56,1	56,1	56,1
	TARDE	18	43,9	43,9	100,0
	Total	41	100,0	100,0	

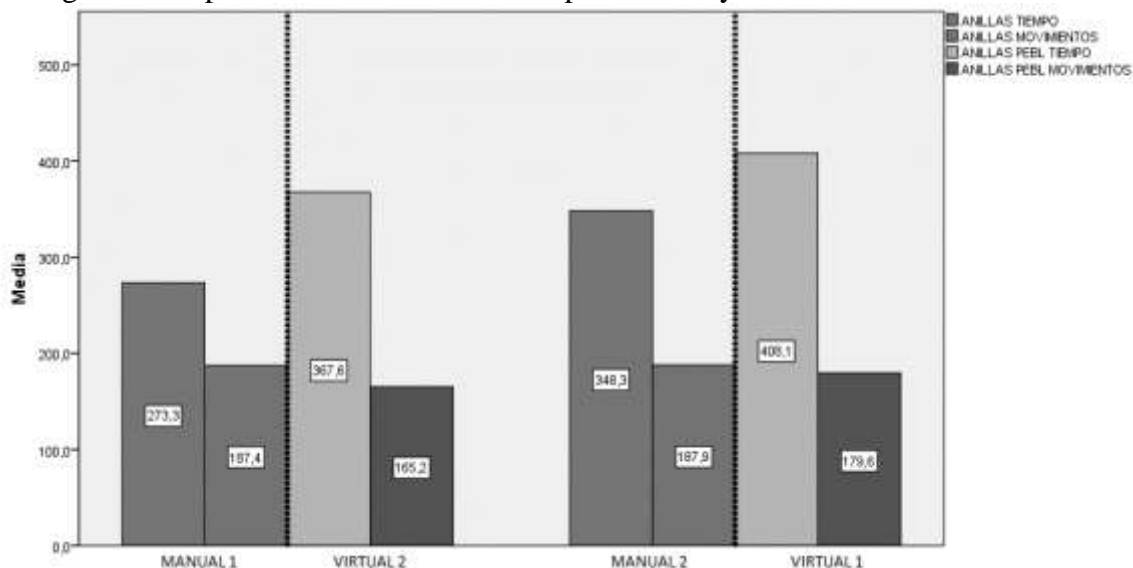
## Anexo 6.

## Grafico de frecuencia según la edad de la muestra



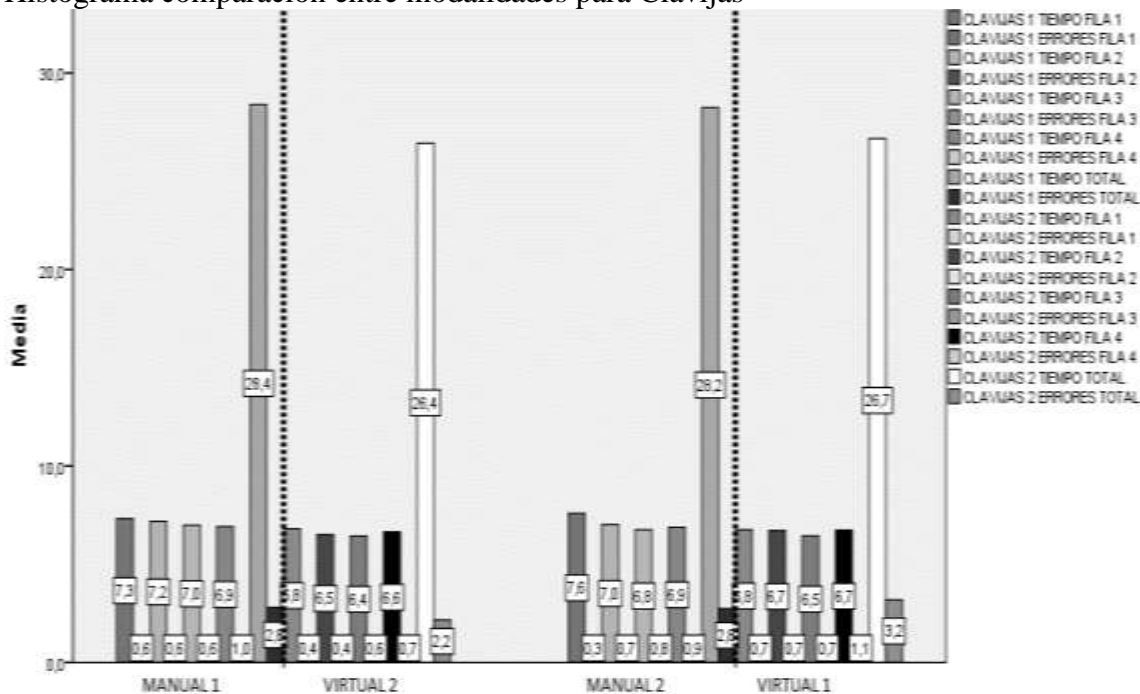
Anexo 7.

Histograma comparación entre modalidades para anillas y PEBL



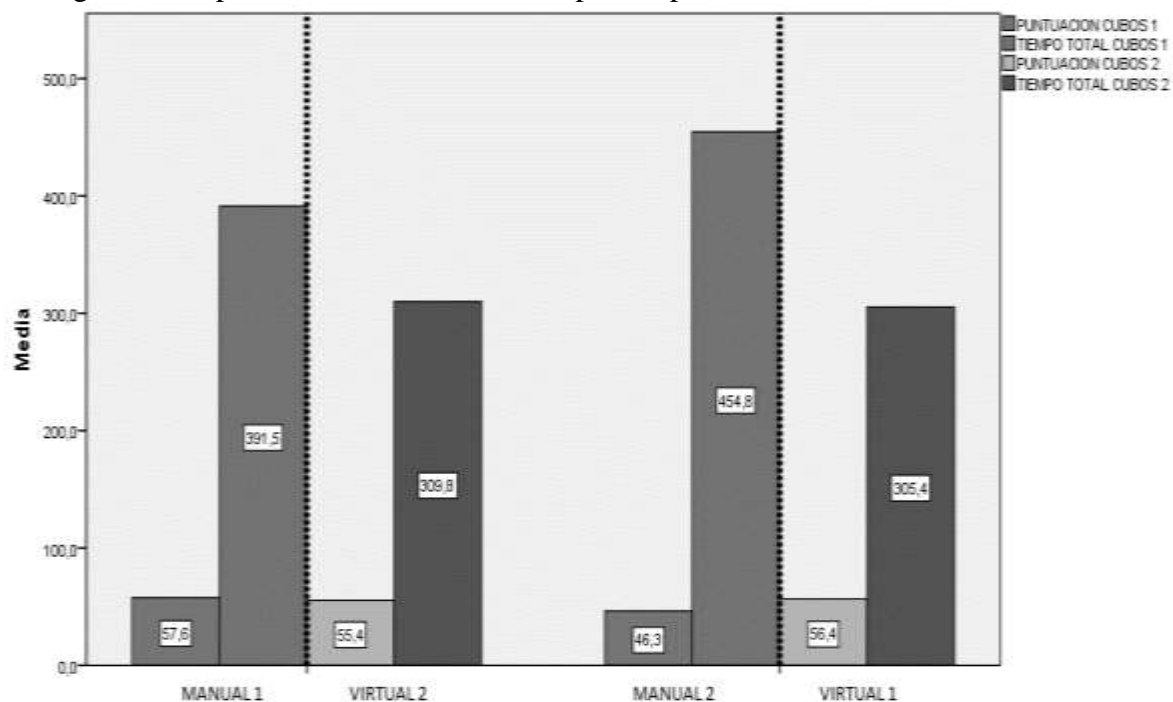
Anexo 8.

Histograma comparación entre modalidades para Clavijas



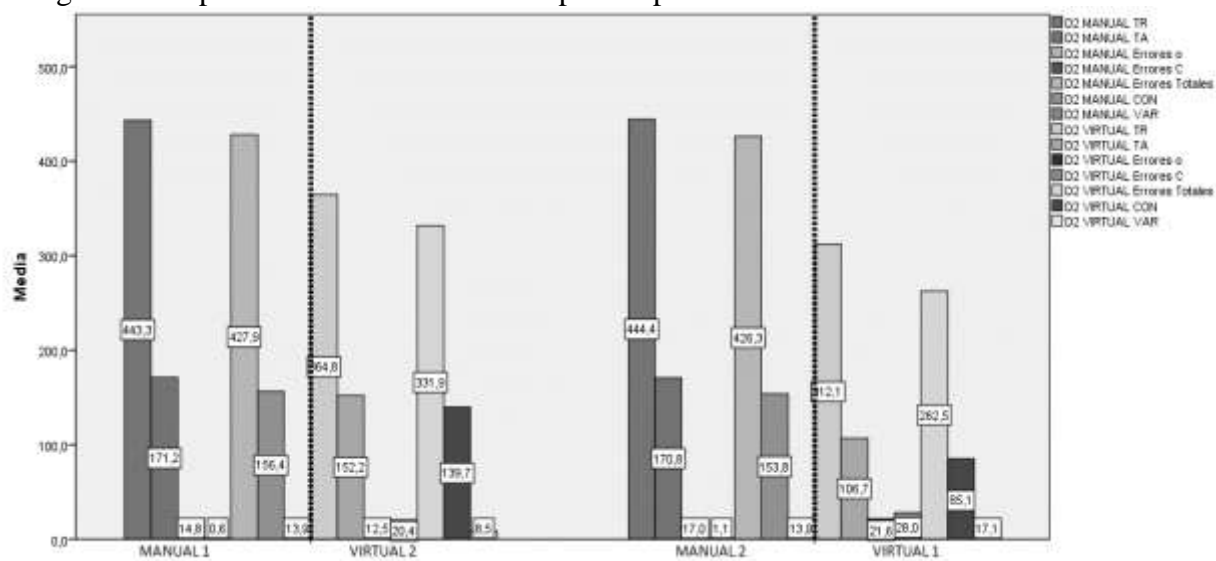
Anexo 9.

Histograma comparación entre modalidades para la prueba Cubos del WAISIII.



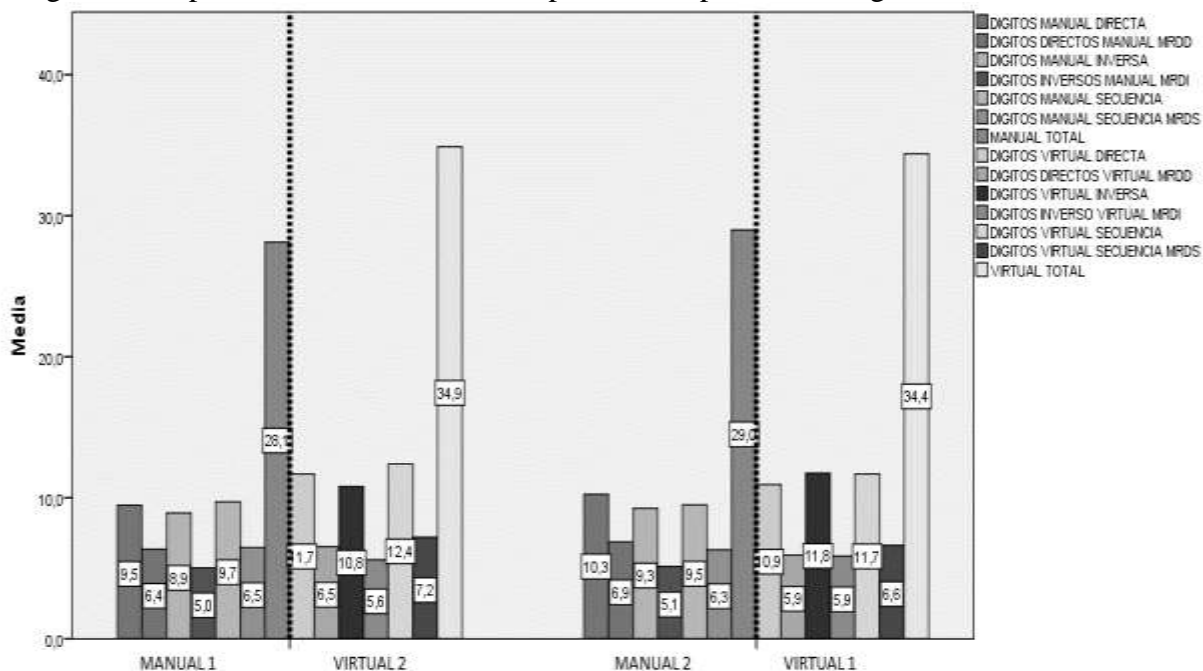
Anexo 10.

Histograma comparación entre modalidades para la prueba D2.



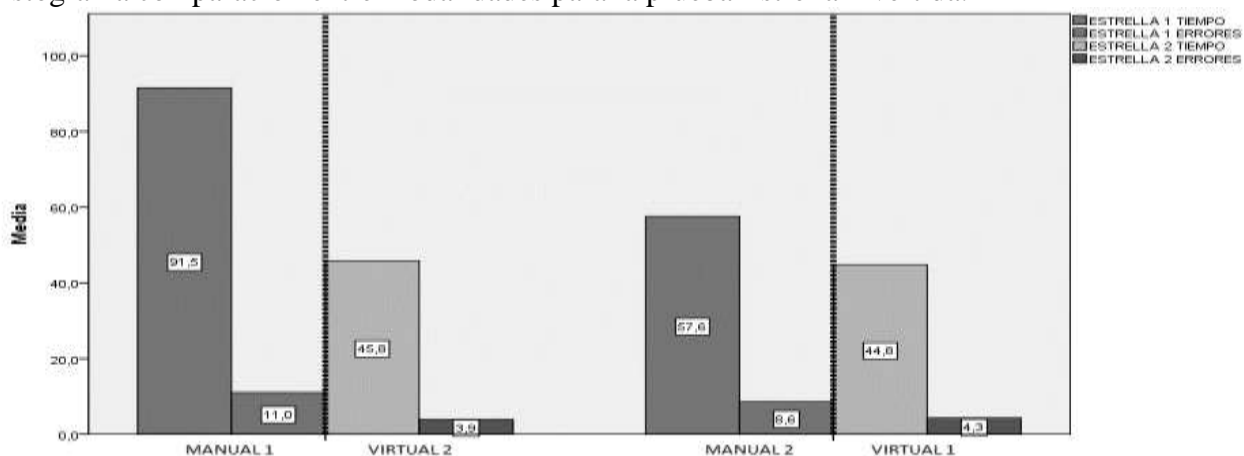
Anexo 11.

Histograma comparación entre modalidades para las subpruebas de dígitos del WAIS IV.



Anexo 12.

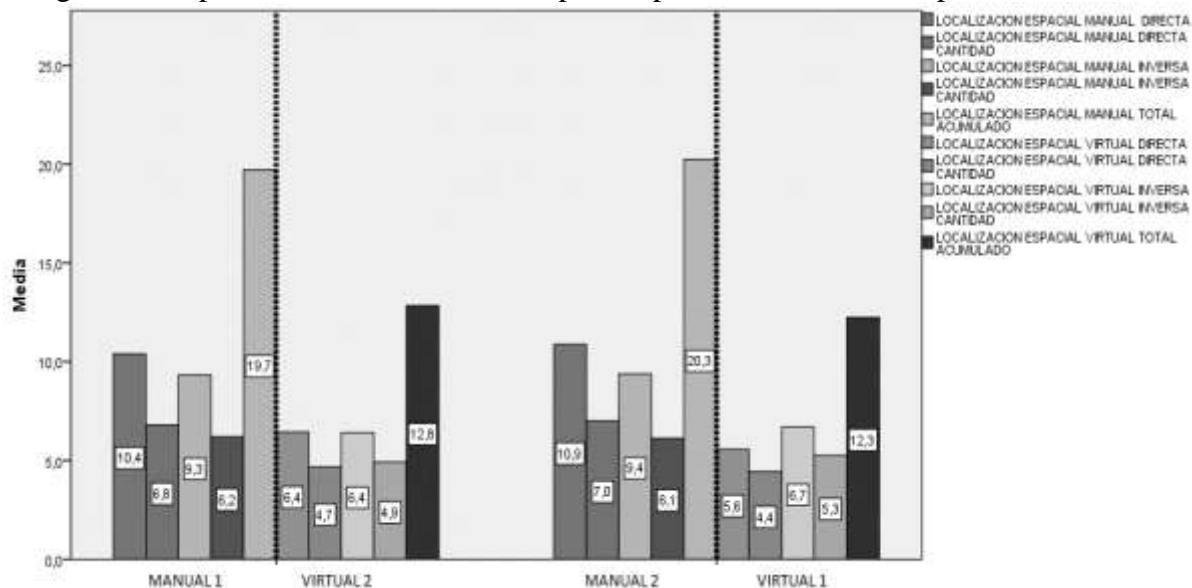
Histograma comparación entre modalidades para la prueba Estrella invertida.





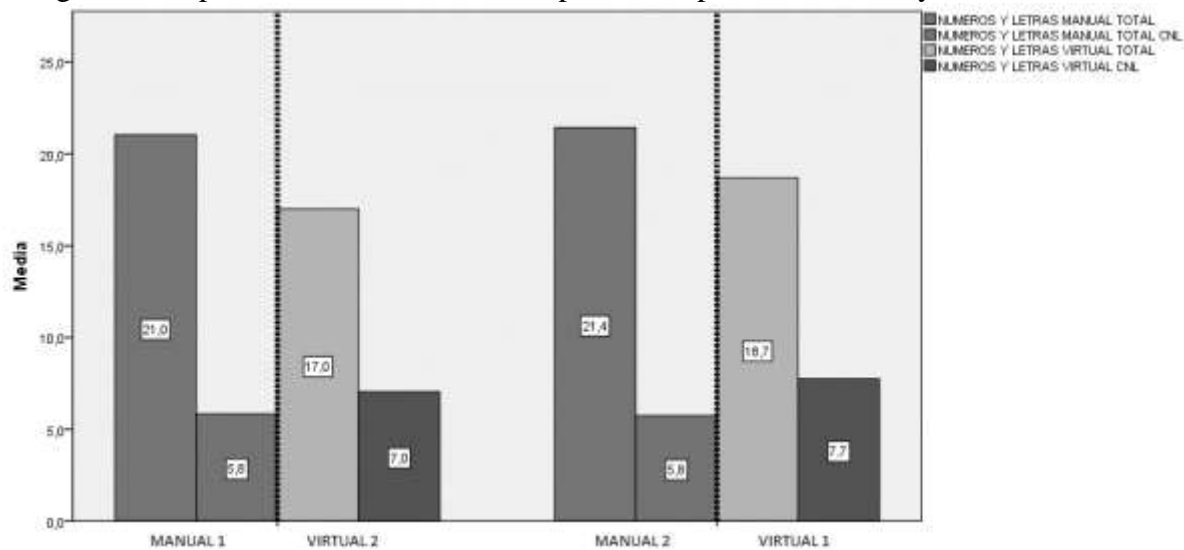
Anexo 13.

Histograma comparación entre modalidades para la prueba localización espacial.



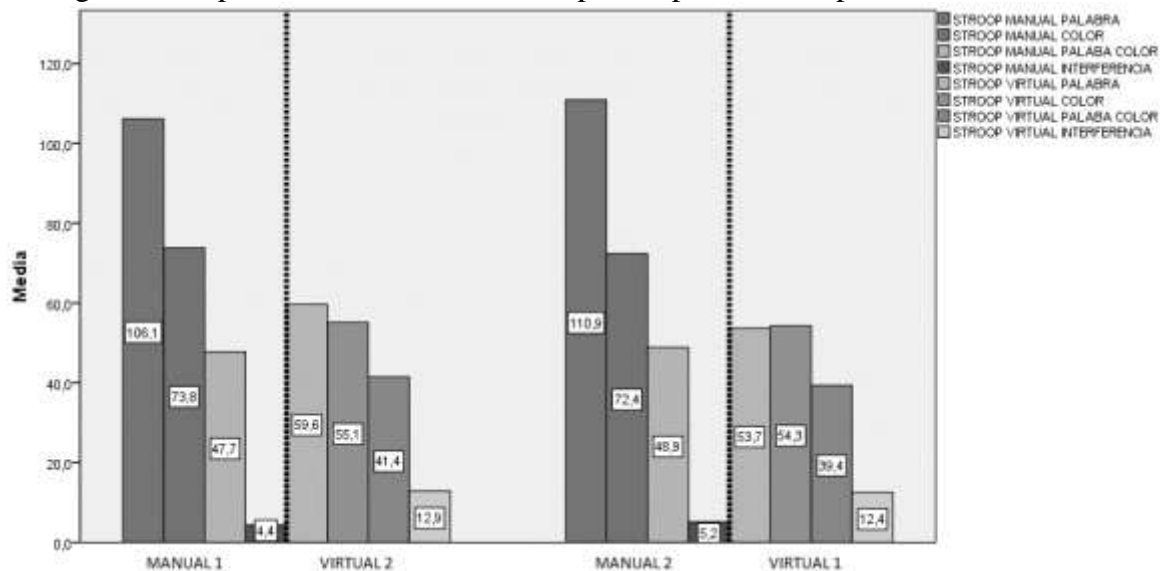
Anexo 14.

Histograma comparación entre modalidades para la subprueba Números y letras.



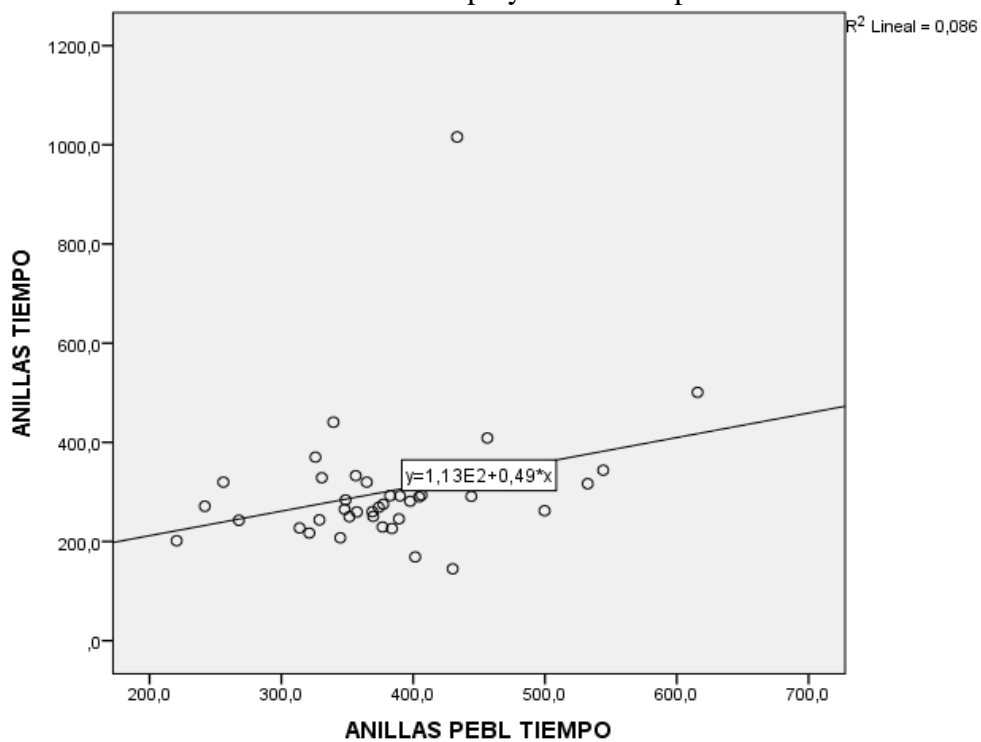
Anexo 15.

Histograma comparación entre modalidades para la prueba Stroop.



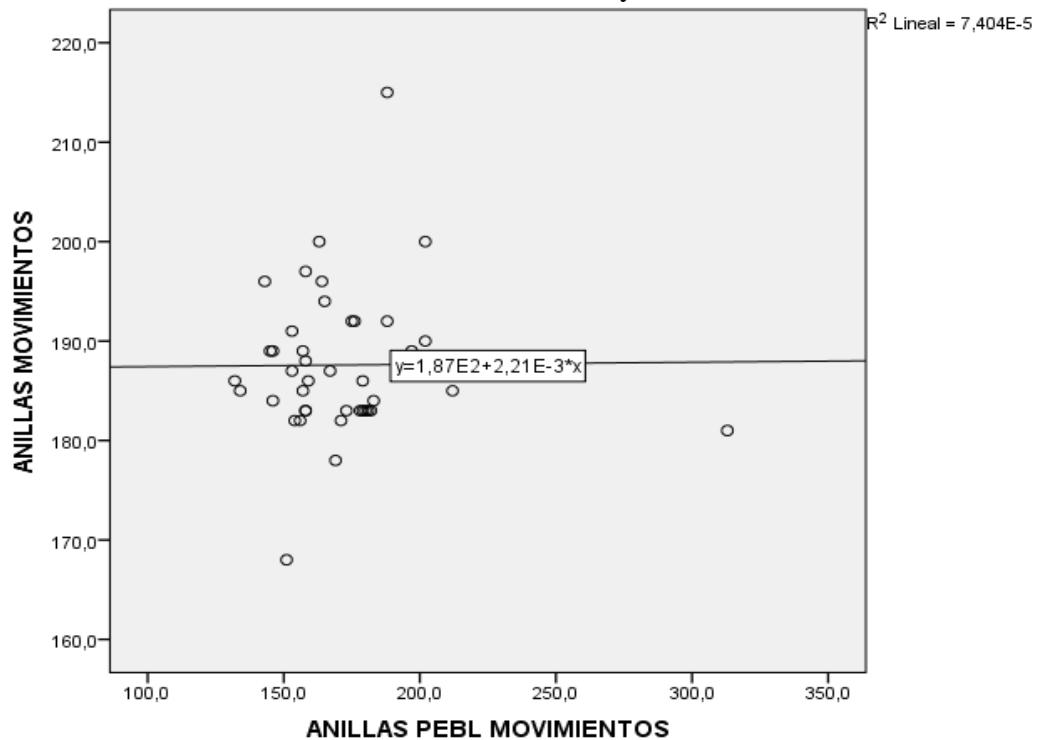
Anexo 16.

Gráfica de correlación de anillas tiempo y PEBL tiempo



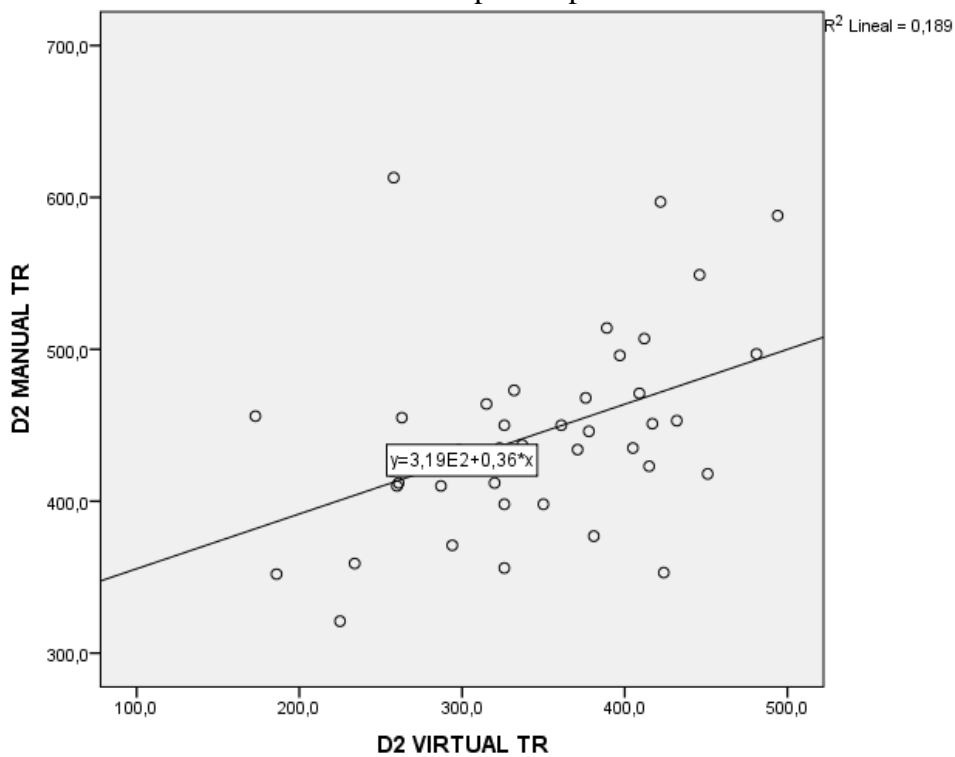
## Anexo 17.

Gráfica de correlación entre anillas movimientos y PEBL movimientos



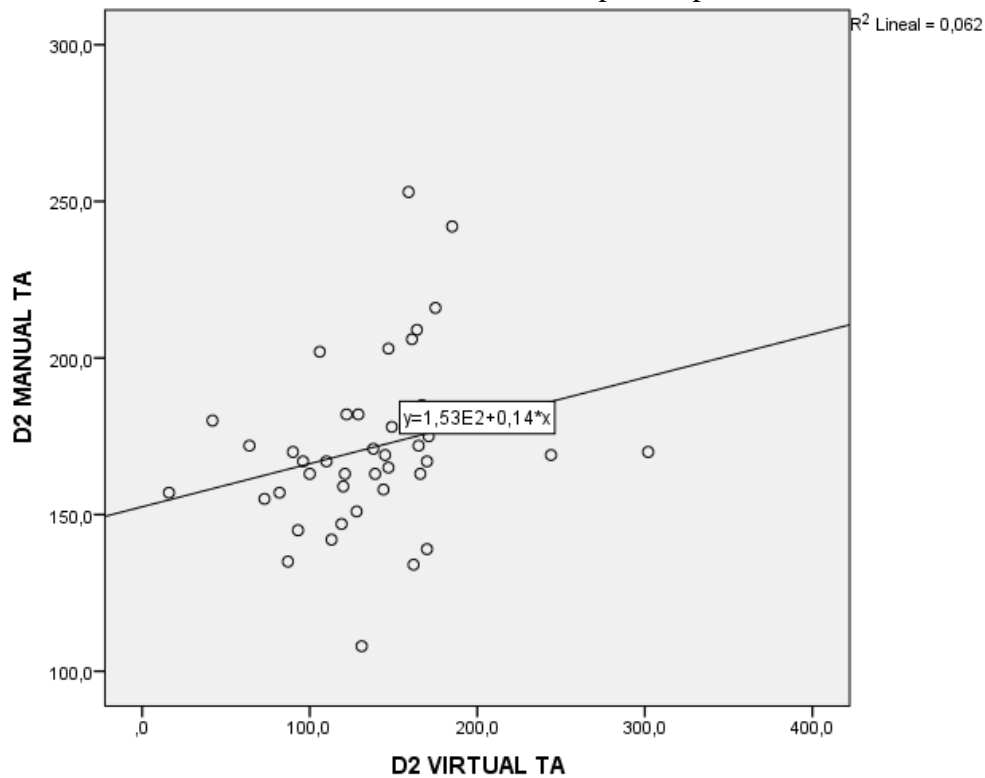
## Anexo 18.

Correlación de TR entre modalidades para la prueba D2



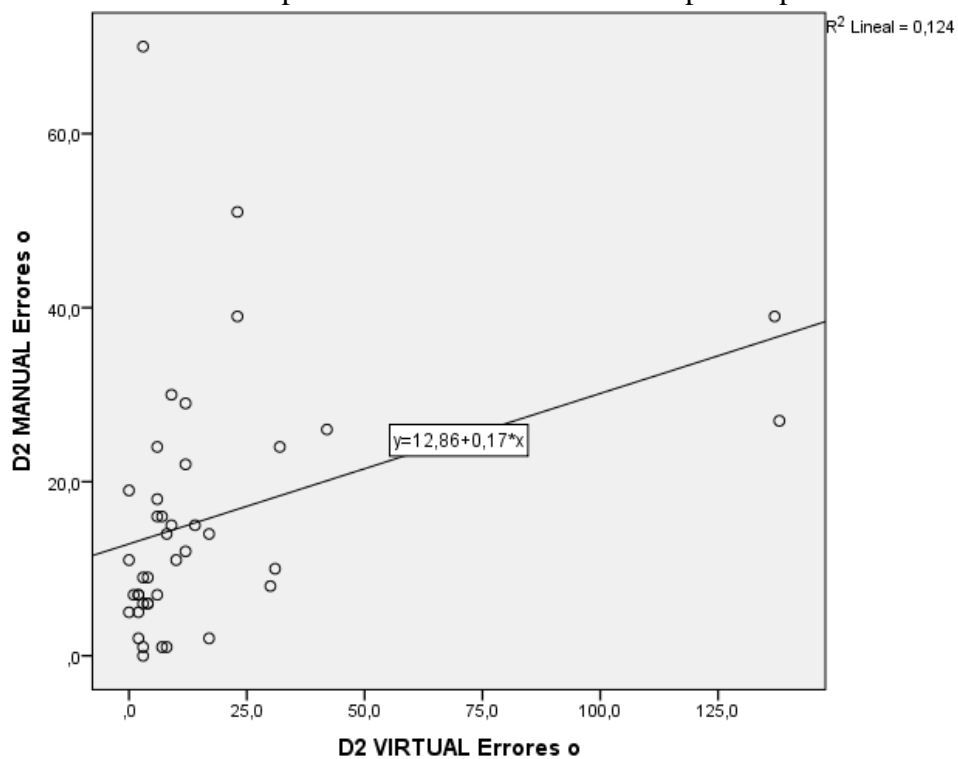
## Anexo 19.

Correlación de total aciertos entre modalidades para la prueba D2



## Anexo 20.

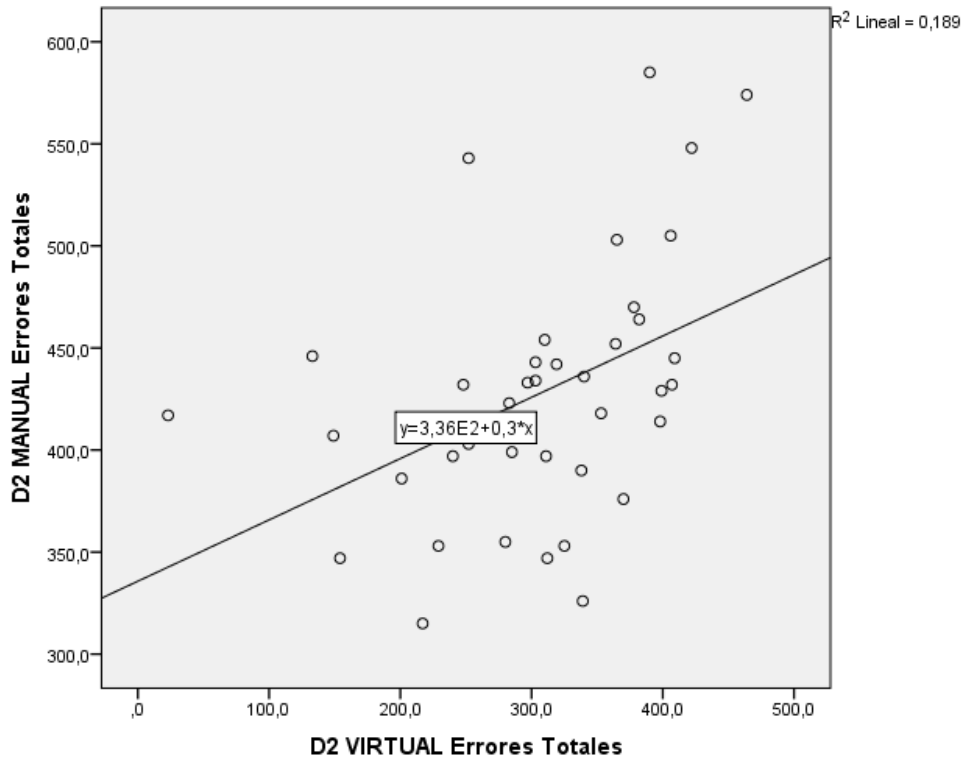
Correlación de errores por omisión entre modalidades para la prueba D2.





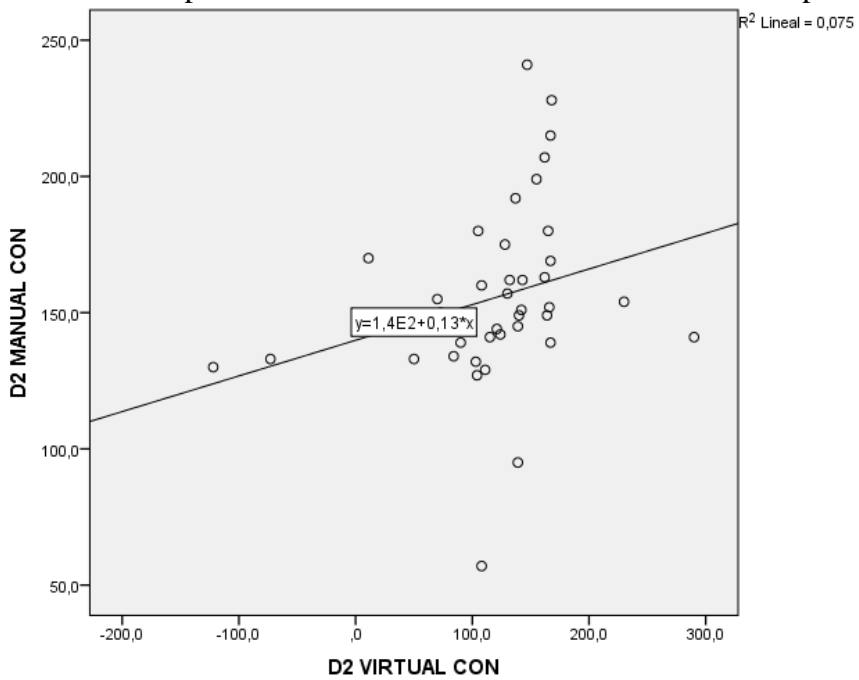
## Anexo 23.

Correlación de totales entre modalidades para la prueba D2.



## Anexo 24.

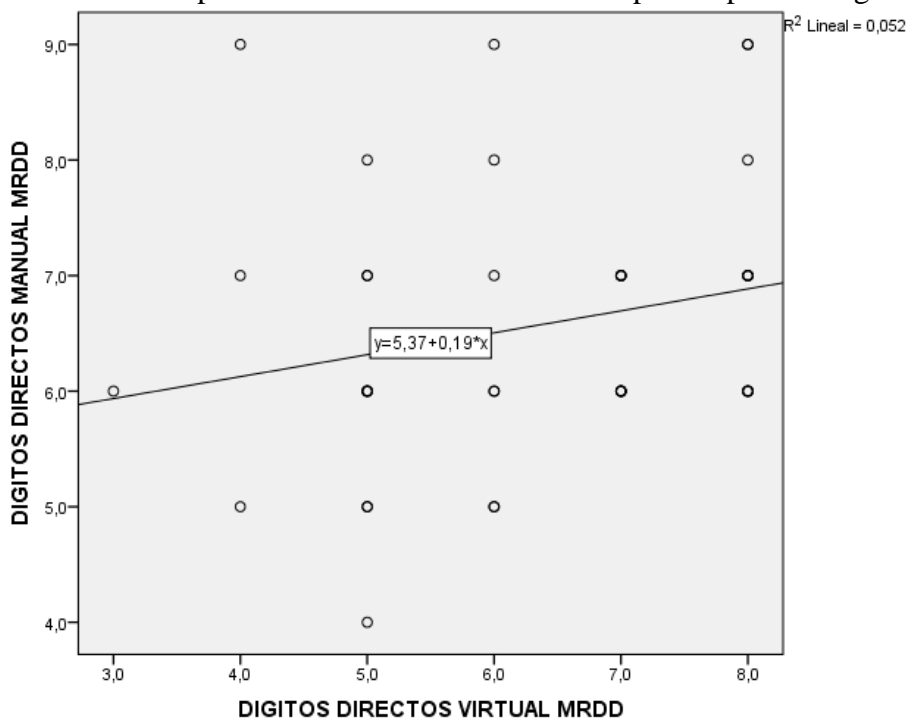
Correlación de puntuación de concentración entre modalidades para la prueba D2.





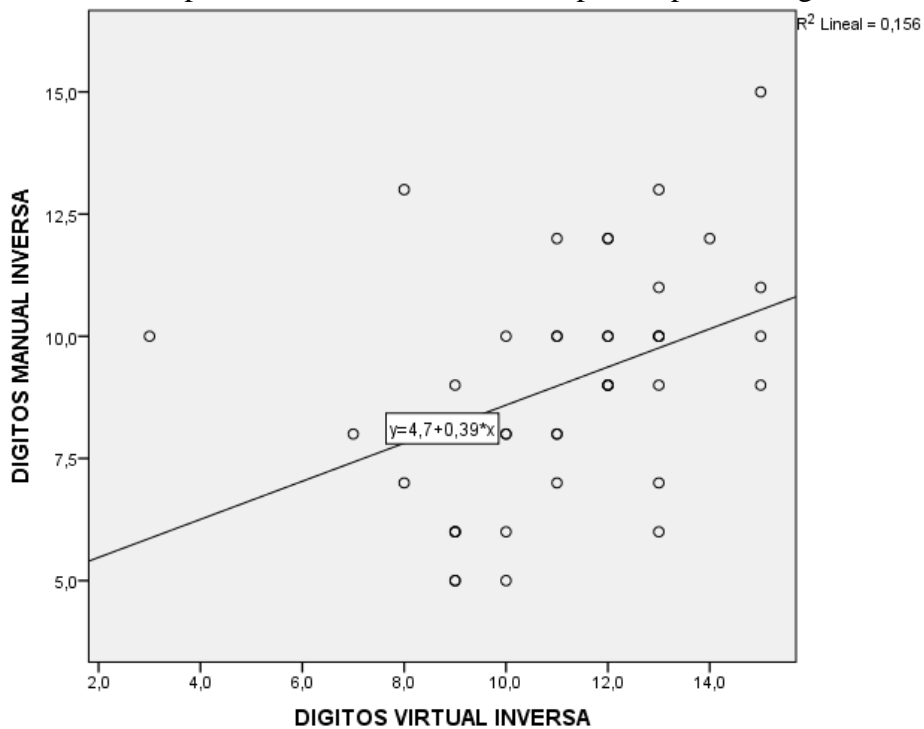
## Anexo 27.

Correlación de span atencional entre modalidades para la prueba Dígitos directa.



## Anexo 28.

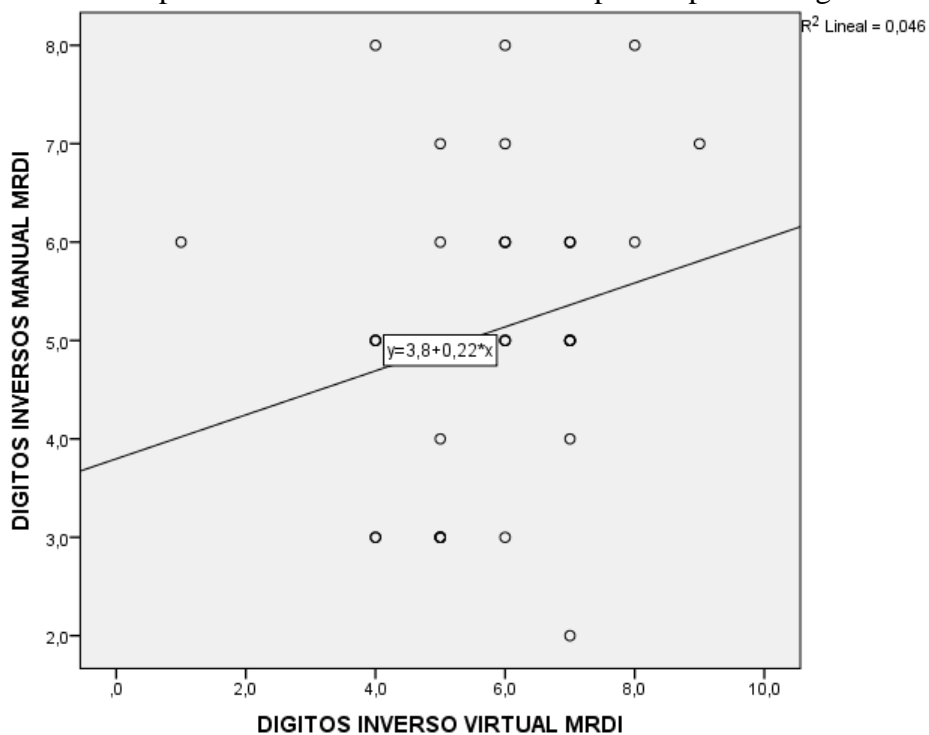
Correlación de puntuación entre modalidades para la prueba Dígitos inversa.





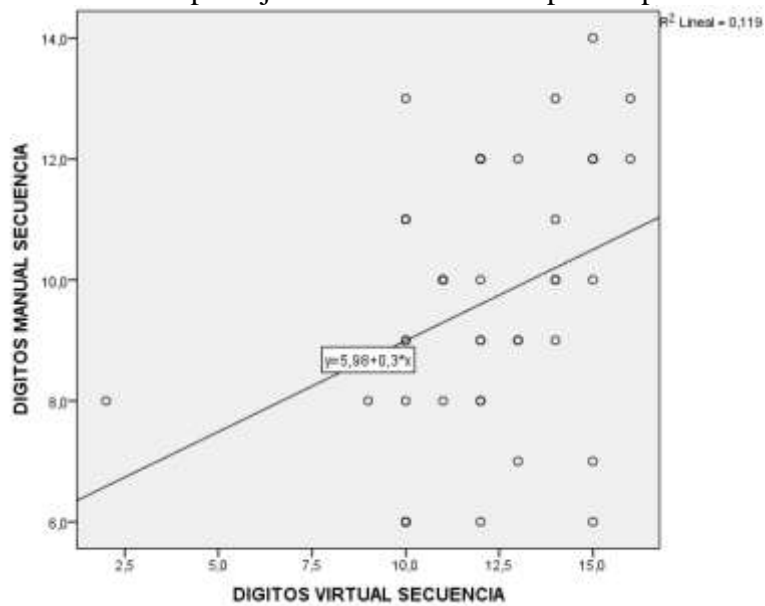
## Anexo 29.

Correlación span atencional entre modalidades para la prueba Dígitos inversa.



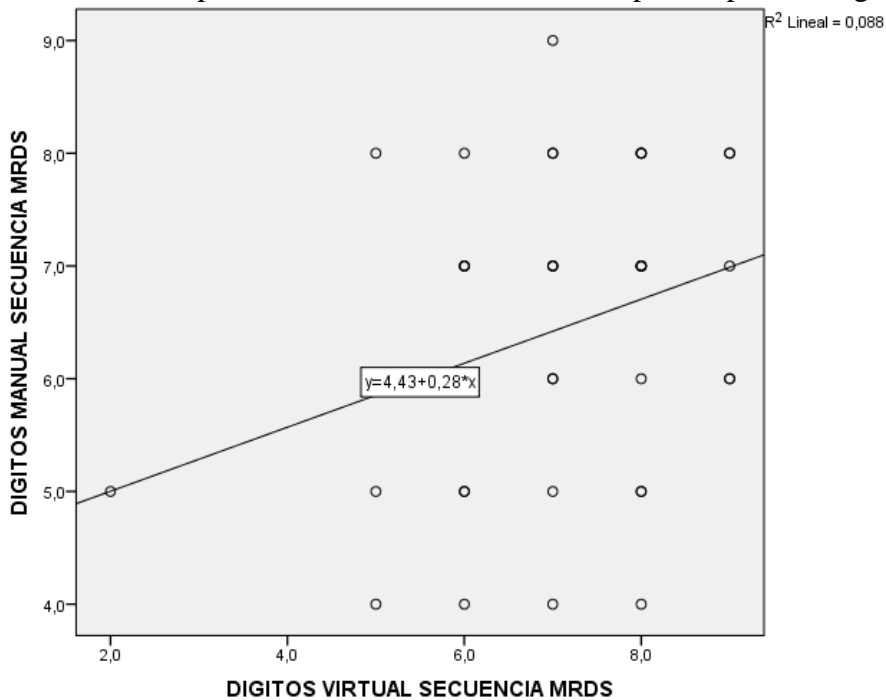
## Anexo 30.

Correlación de puntajes entre modalidades para la prueba Dígitos en secuencia.



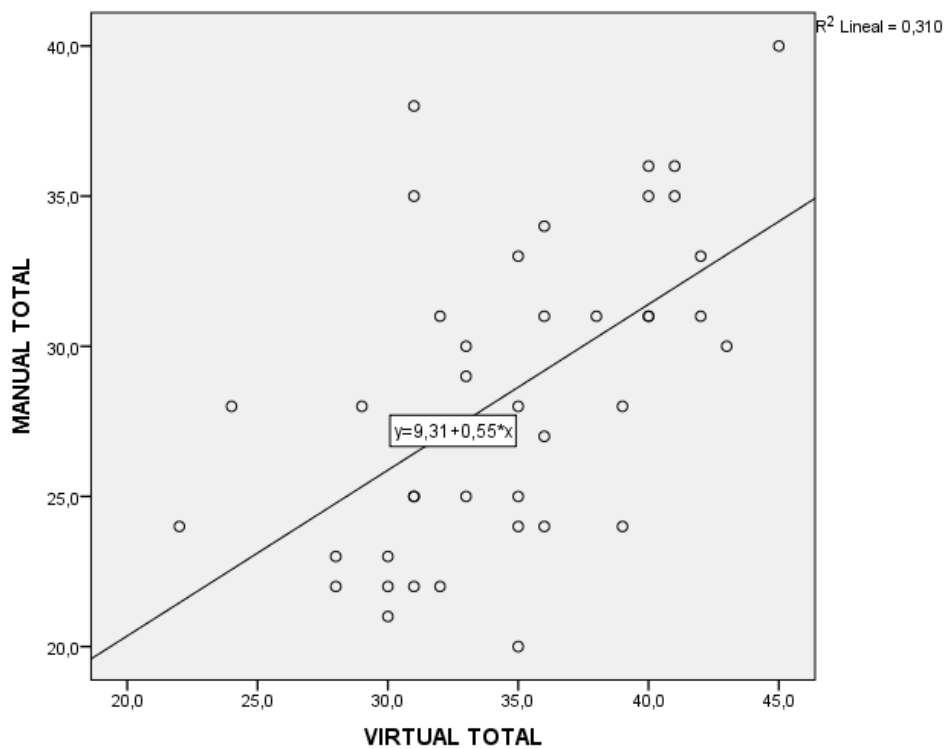
## Anexo 31.

Correlación de span atencional entre modalidades para la prueba Dígitos en secuencia.



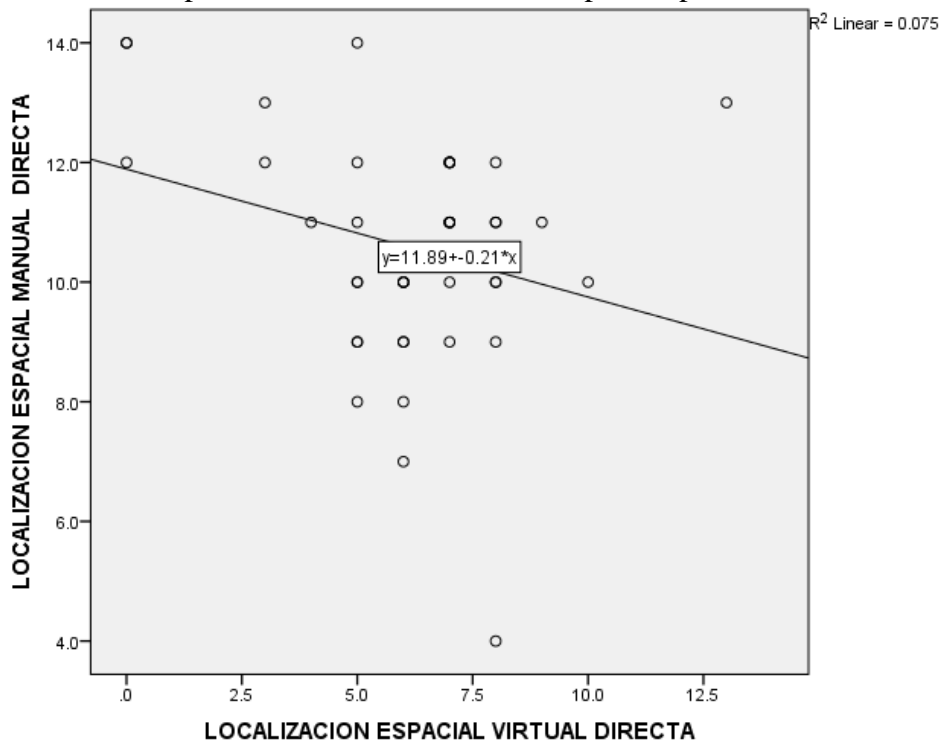
## Anexo 32.

Correlación de puntuación total entre modalidades para la prueba Dígitos en secuencia.



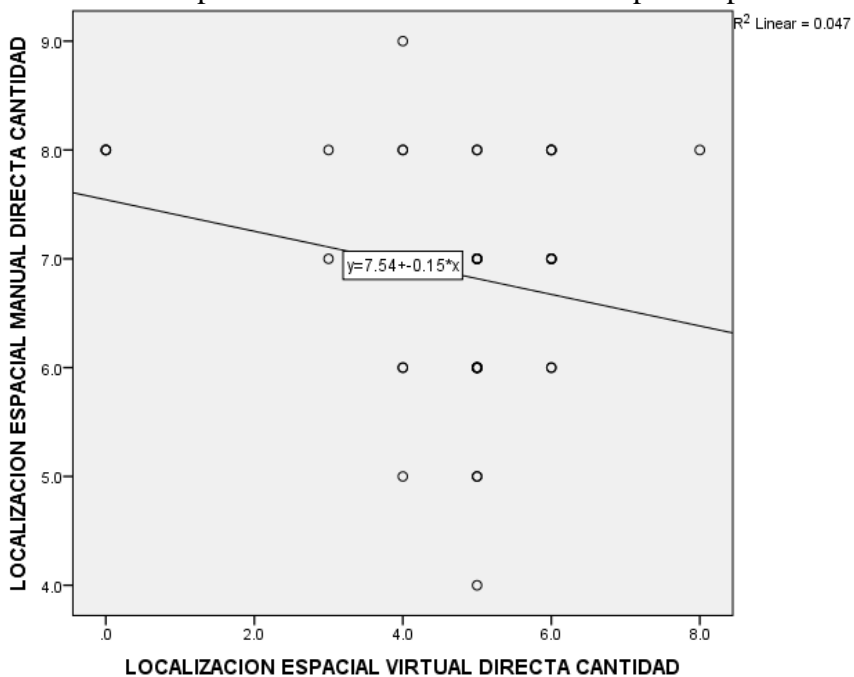
## Anexo 33.

Correlación de puntuación entre modalidades para la prueba Localización espacial.



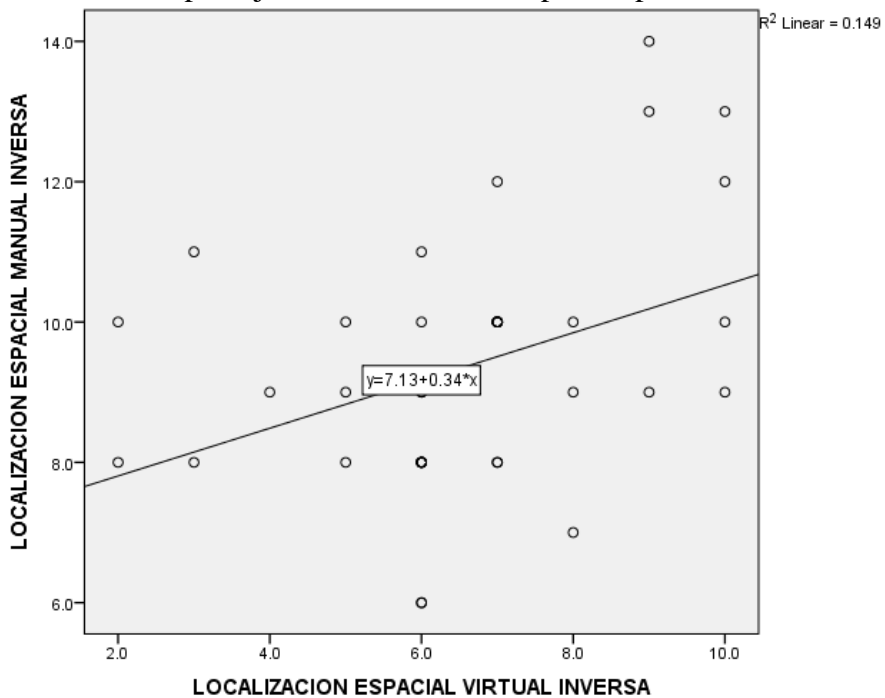
## Anexo 34.

Correlación de span atencional entre modalidades para la prueba Localización espacial.



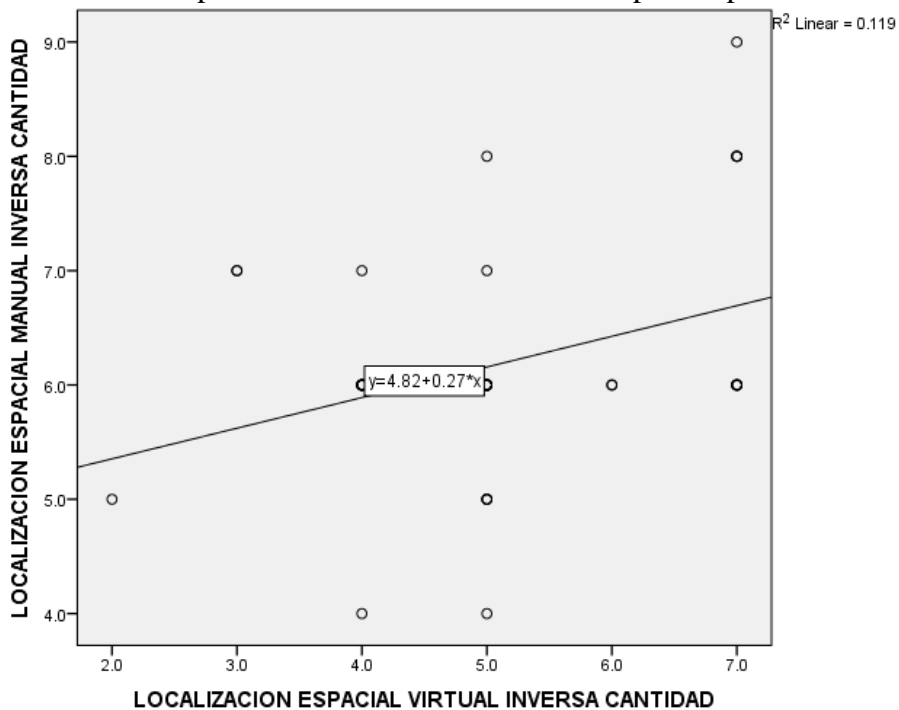
## Anexo 35.

Correlación de puntajes entre modalidades para la prueba Localización espacial inversa



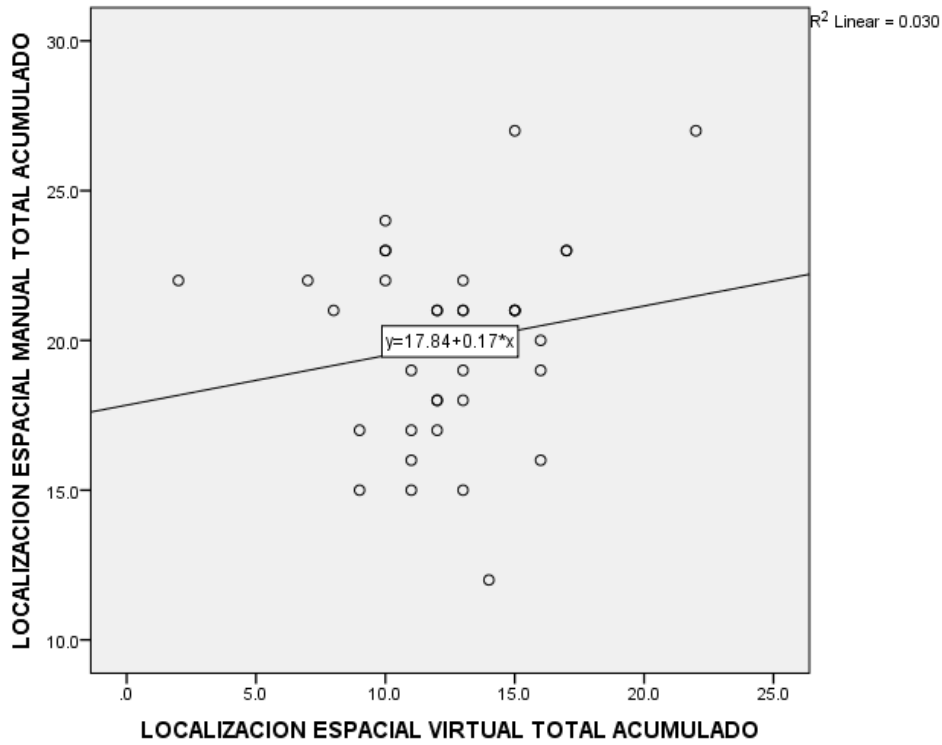
## Anexo 36.

Correlación de span atencional entre modalidades para la prueba Localización espacial inversa.



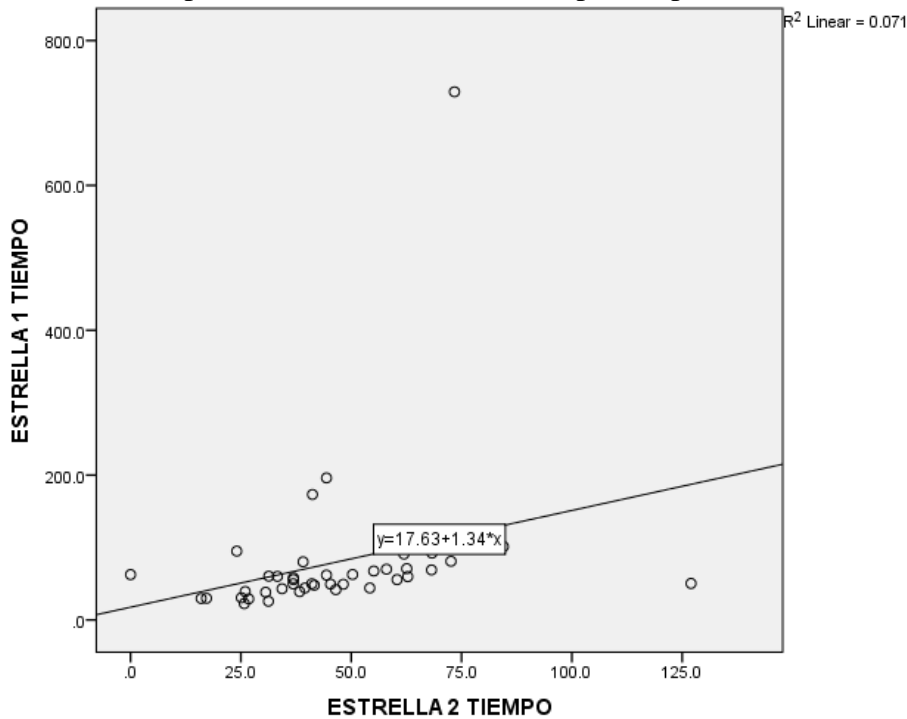
## Anexo 37.

Correlación de puntuación total acumulado entre modalidades para la prueba Localización espacial.



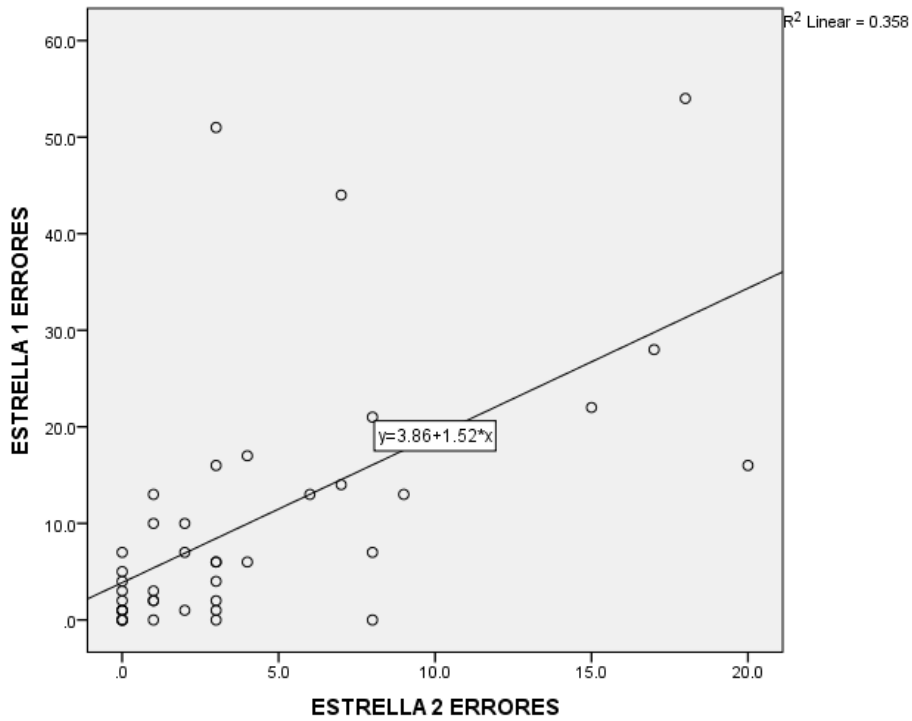
## Anexo 38.

Correlación de puntuación entre modalidades para la prueba Estrella invertida.



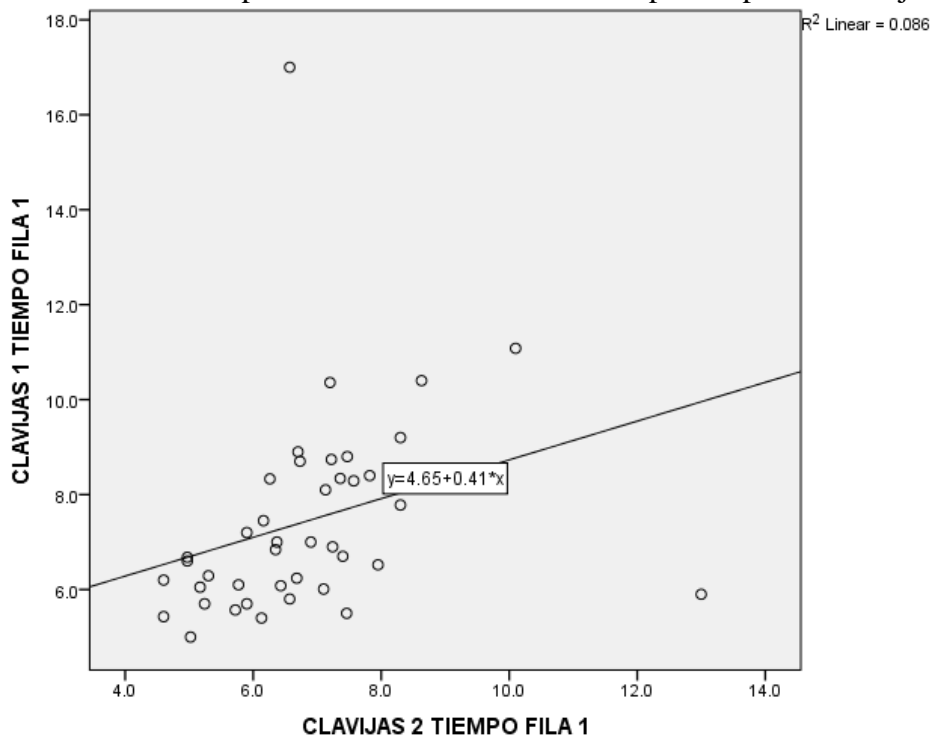
## Anexo 39.

Correlación de errores entre modalidades para la prueba Estrella invertida



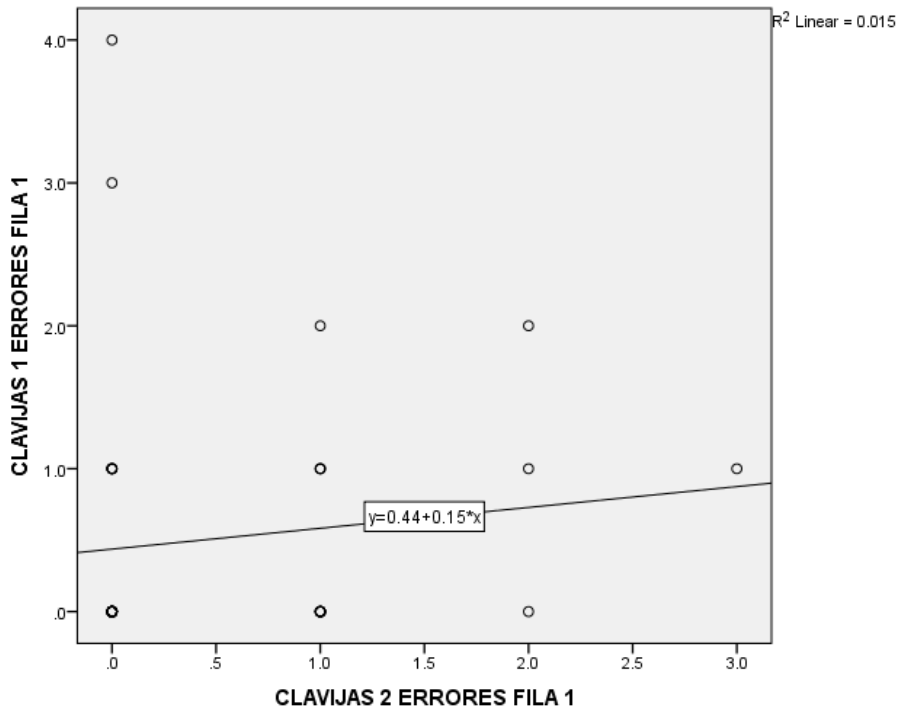
## Anexo 40.

Correlación de tiempos de fila 1 entre modalidades para la prueba clavijas.



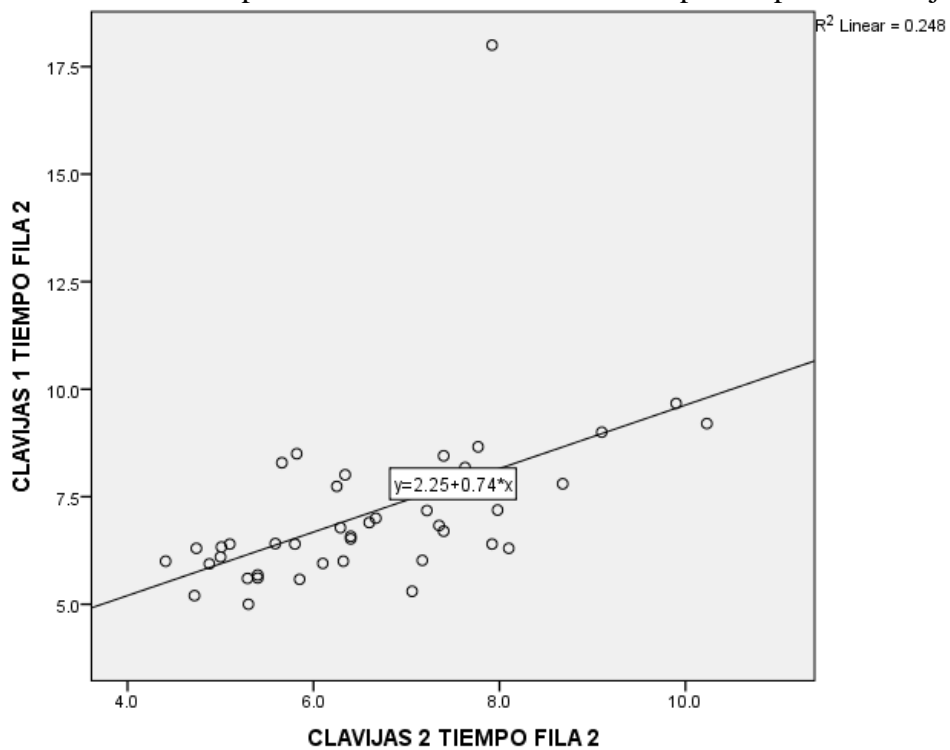
## Anexo 41.

Correlación de errores de la fila 1 entre modalidades para la prueba clavijas.



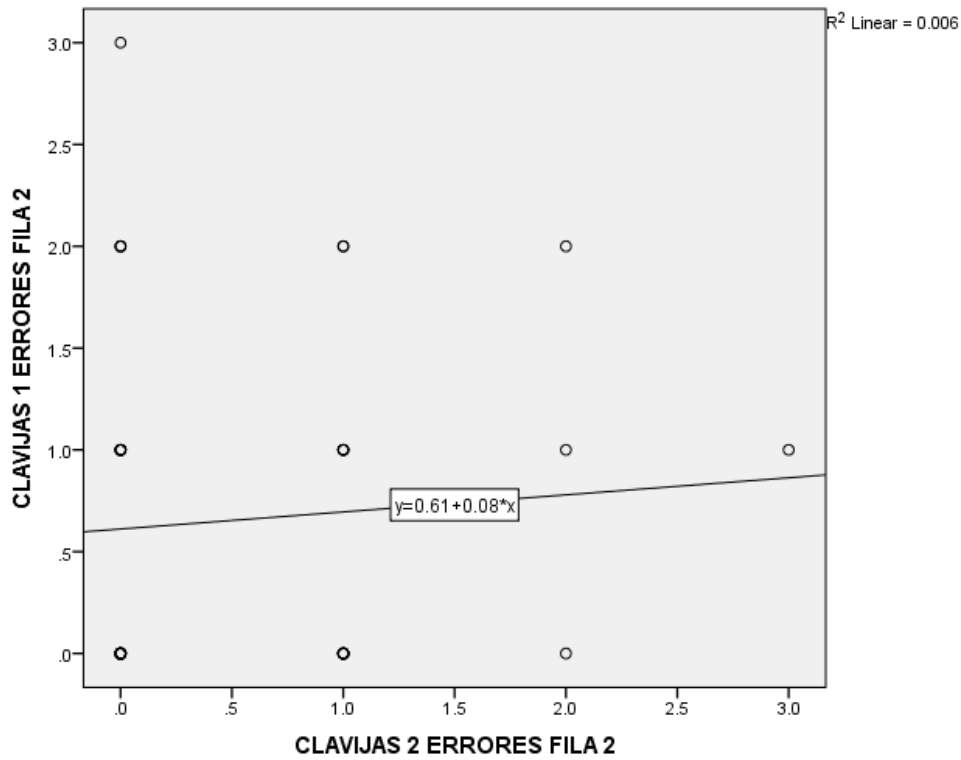
## Anexo 42.

Correlación de tiempos de la fila 2 entre modalidades para la prueba clavijas.



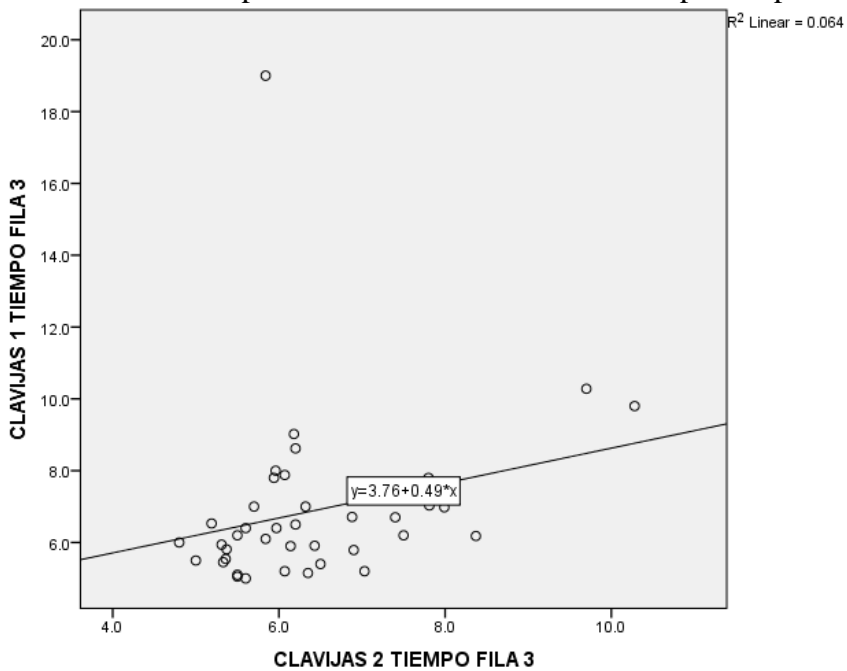
## Anexo 43.

Correlación de errores de la fila 2 entre modalidades para la prueba clavijas.



## Anexo 44.

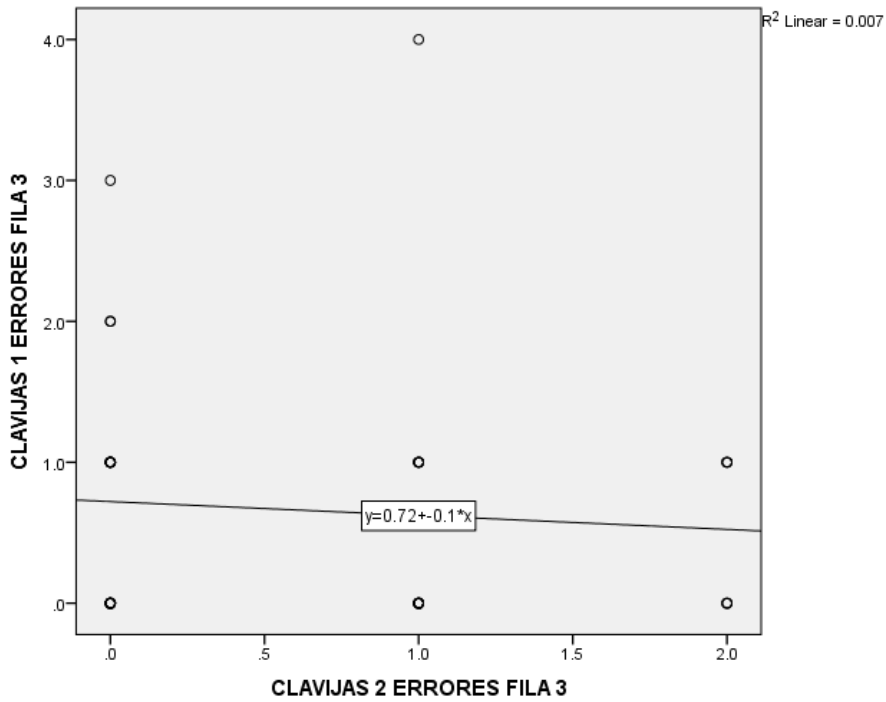
Correlación de tiempos de la fila 3 entre modalidades para la prueba clavijas.





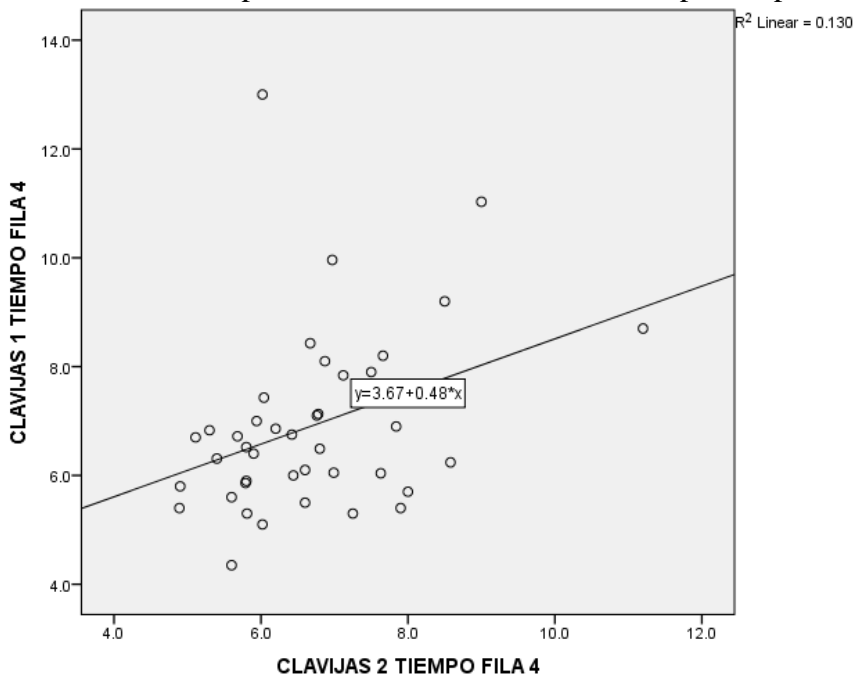
## Anexo 45.

Correlación de errores de la fila 3 entre modalidades para la prueba clavijas.



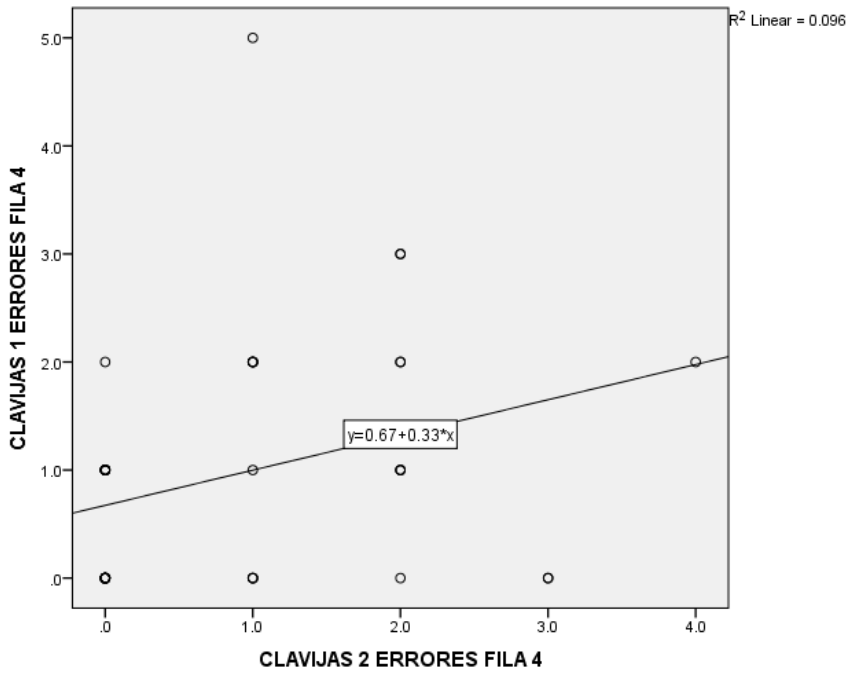
## Anexo 46.

Correlación de tiempos de la fila 4 entre modalidades para la prueba clavijas.



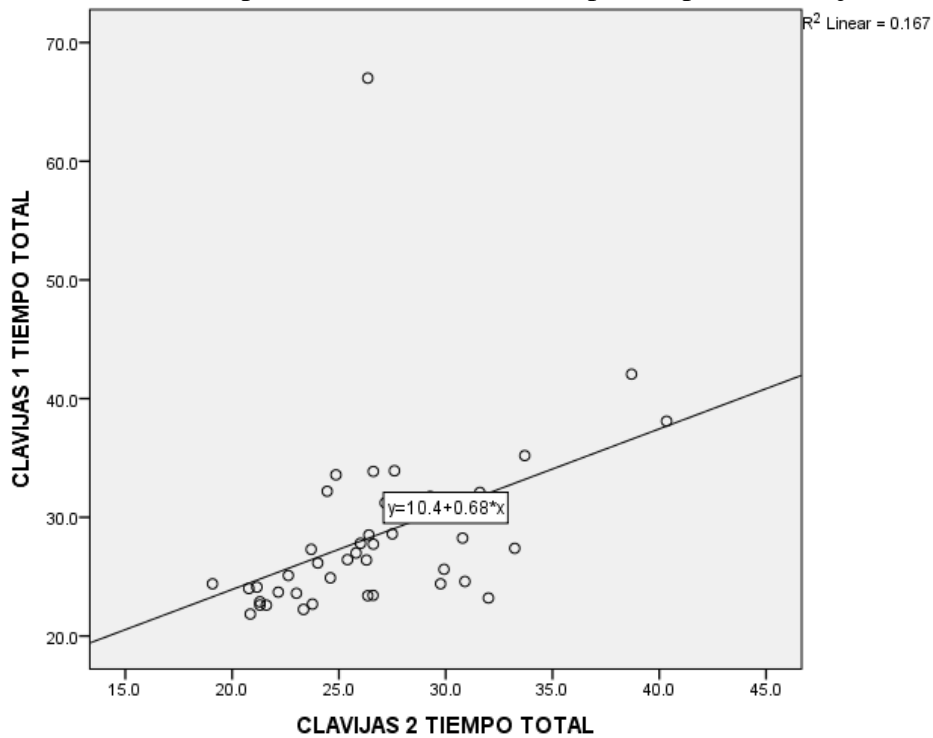
## Anexo 47.

Correlación de errores de la fila 4 entre modalidades para la prueba clavijas.



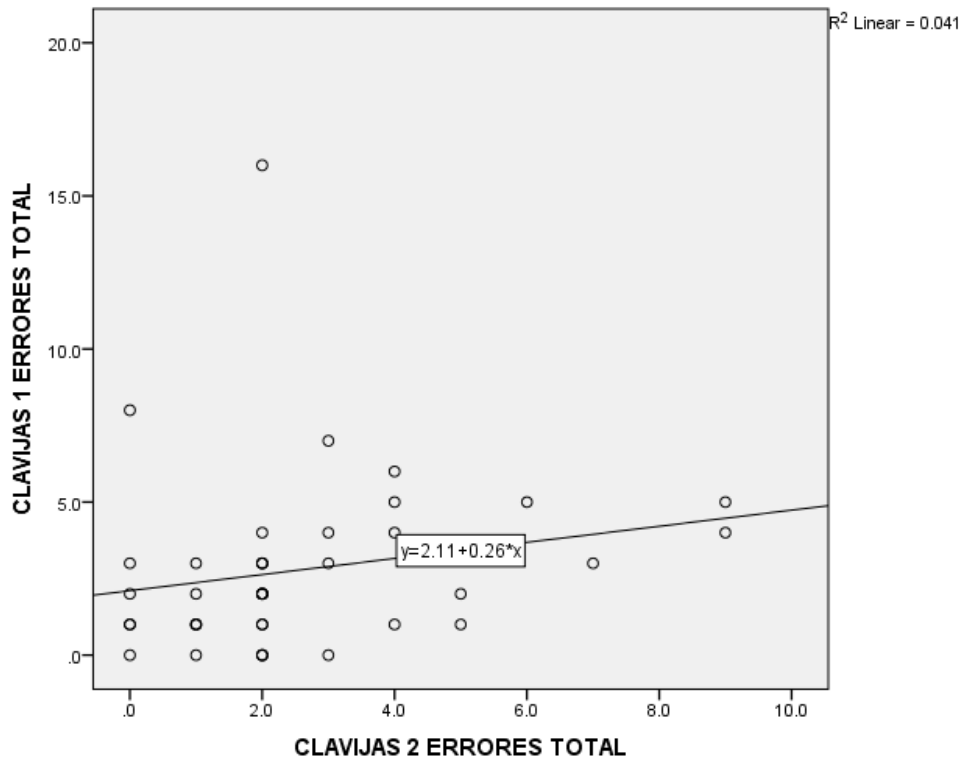
## Anexo 48.

Correlación de tiempo total entre modalidades para la prueba clavijas.



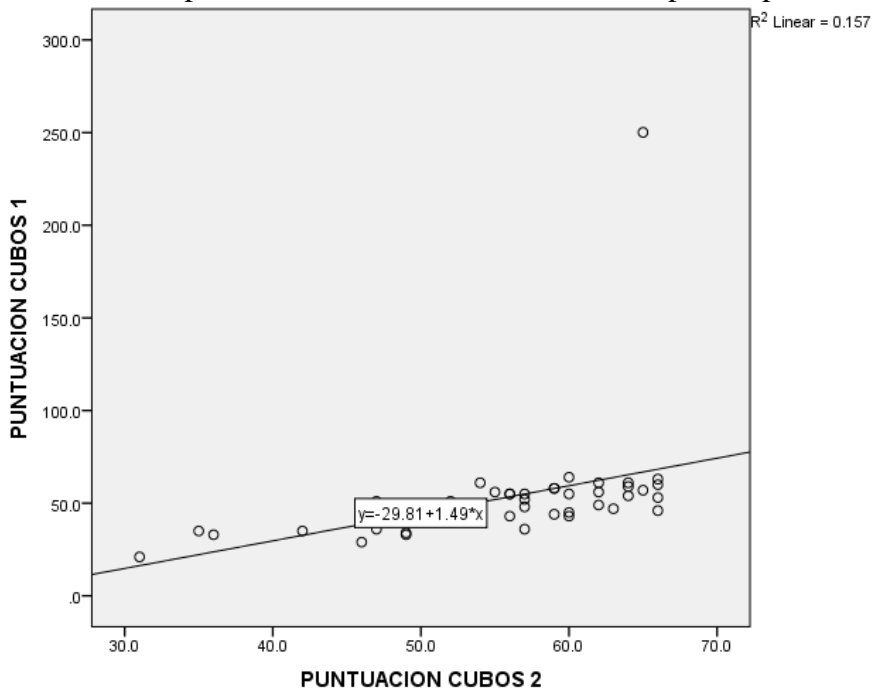
## Anexo 49.

Correlación de errores total entre modalidades para la prueba clavijas.



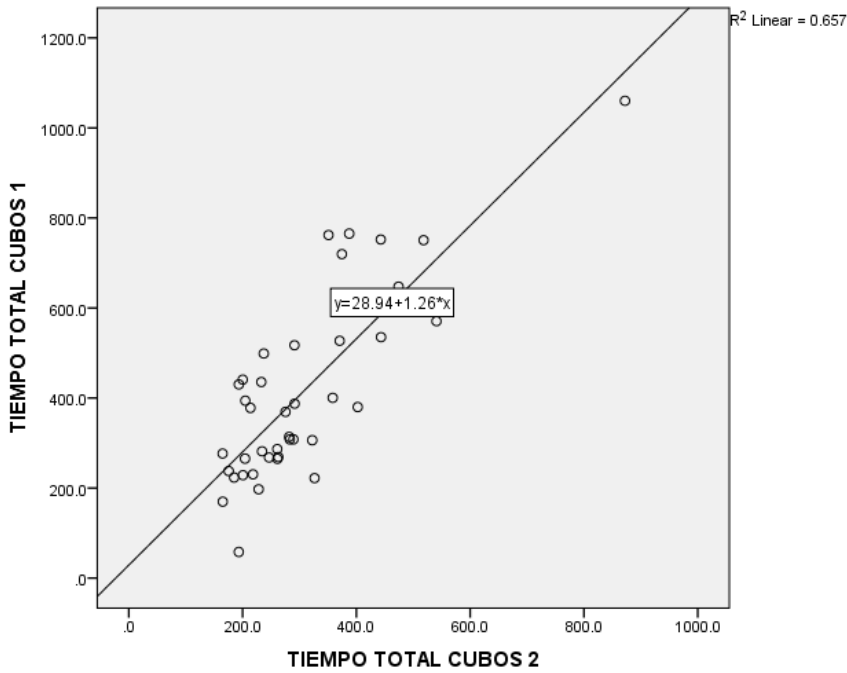
## Anexo 50.

Correlación de puntuaciones total entre modalidades para la prueba Cubos del WAIS III.



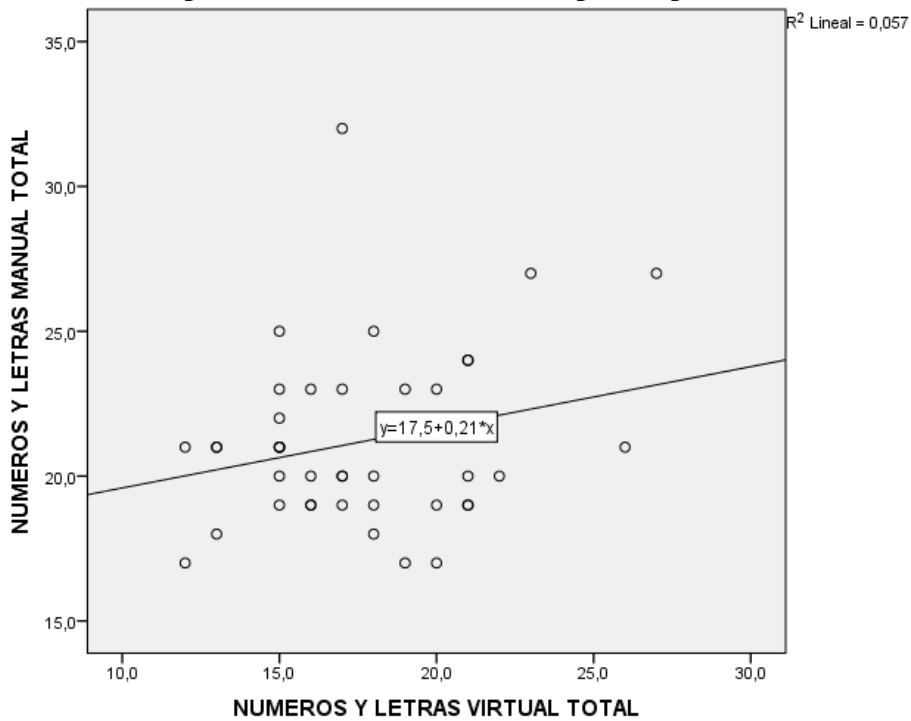
## Anexo 51.

Correlación de tiempos entre modalidades para la prueba de Cubos del WAIS III.



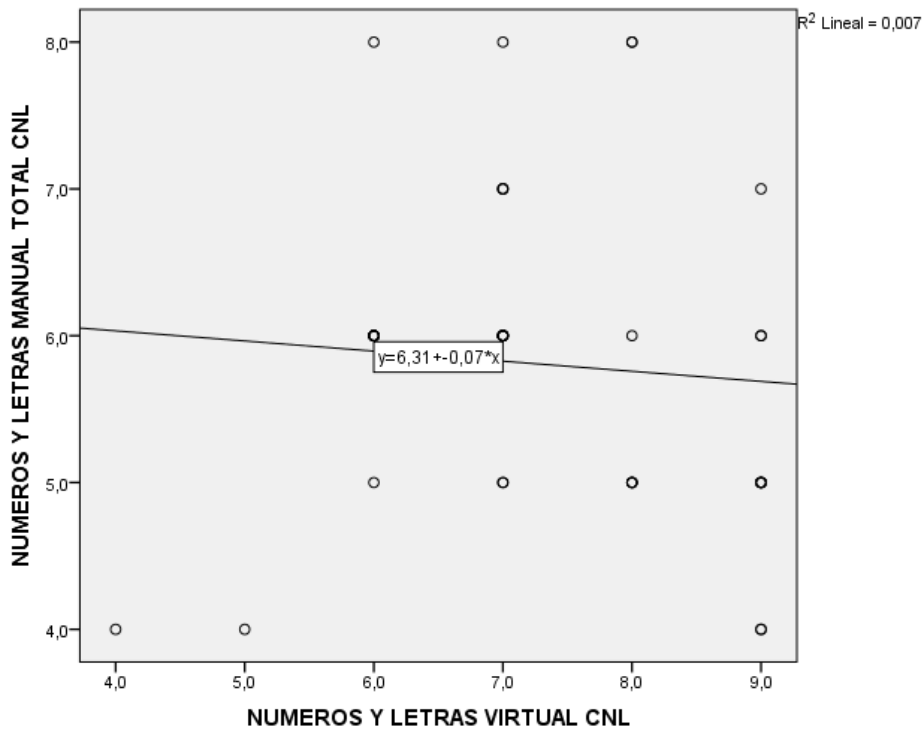
## Anexo 52.

Correlación de puntuación entre modalidades para la prueba de Números y letras del WAIS IV.



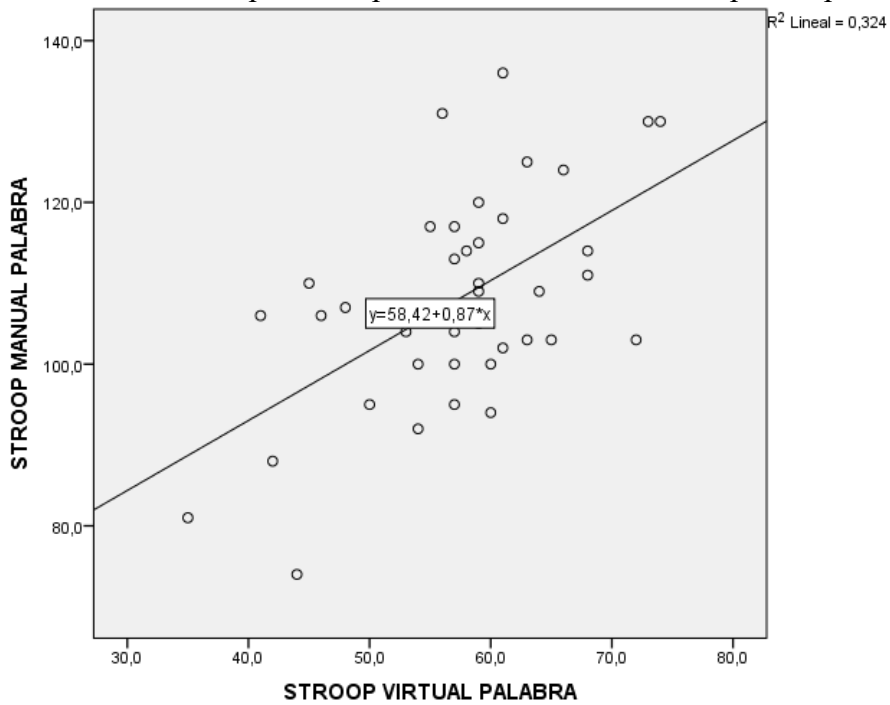
## Anexo 53.

Correlación de span atencional entre modalidades para la prueba de Números y letras del WAIS IV.



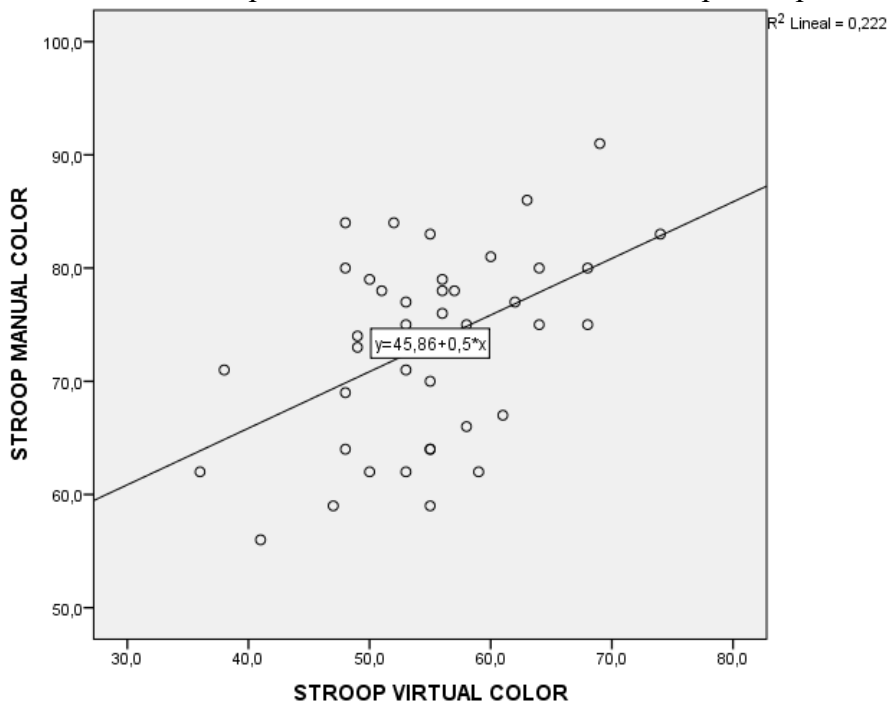
## Anexo 54.

Correlación del componente “palabra” entre modalidades para la prueba Stroop.



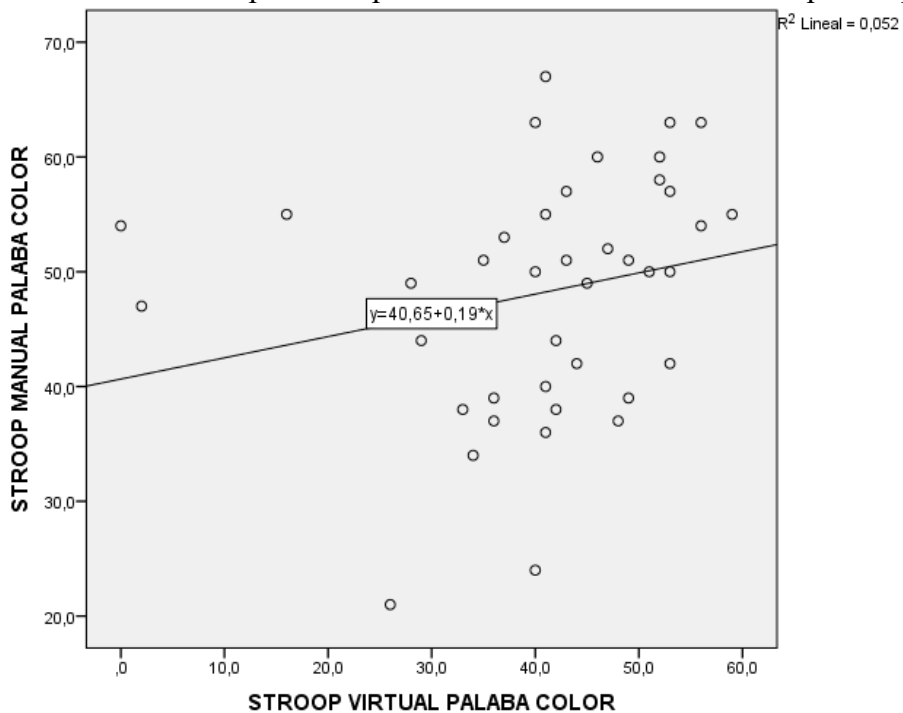
## Anexo 55.

Correlación del componente “color” entre modalidades para la prueba Stroop.



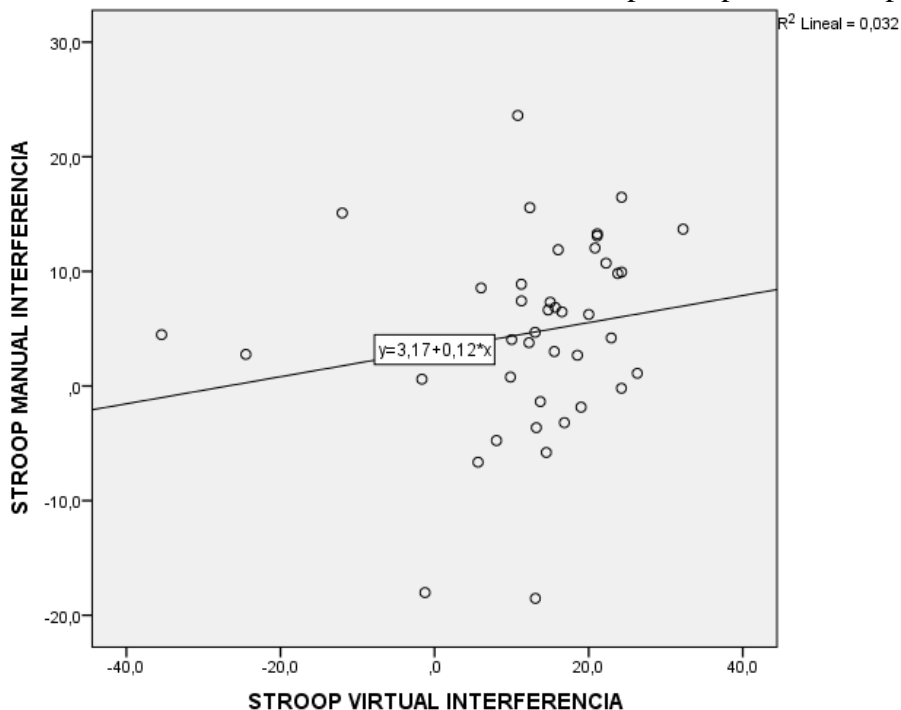
## Anexo 56.

Correlación del componente “palabra-color” entre modalidades para la prueba Stroop.



## Anexo 57.

Correlación de la interferencia entre modalidades para la prueba Stroop.



## Anexo 58.

Tabla ANOVA con datos ETA, Anillas.

		<i>Suma de cuadrados</i>	<i>gl</i>	<i>Media cuadrática</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>	<i><math>\eta</math></i>
ANILLAS TIEMPO	Entre grupos	54751,427	1	54751,427	3,303	,077	0,07808
	Dentro de grupos	646475,017	39	16576,282			
	Total	701226,444	40				
ANILLAS MOVIMIENTOS	Entre grupos	3,254	1	3,254	,056	,813	0,001446
	Dentro de grupos	2246,698	39	57,608			
	Total	2249,951	40				
ANILLAS PEBL TIEMPO	Entre grupos	15982,146	1	15982,146	2,702	,108	0,064782
	Dentro de grupos	230724,263	39	5916,007			
	Total	246706,410	40				
ANILLAS PEBL MOVIMIENTOS	Entre grupos	2018,812	1	2018,812	2,444	,126	0,058976
	Dentro de grupos	32212,310	39	825,957			
	Total	34231,122	40				

Total 34231,122 40

Anexo 59.

Tabla ANOVA con datos ETA, Clavijas.

		<i>Suma de cuadrados</i>	<i>gl</i>	<i>Media cuadrática</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>	<i>η</i>
CLAVIJAS 1 TIEMPO FILA 1	Entre grupos	,723	1	,723	,154	,697	0,003925
	Dentro de grupos	183,576	39	4,707			
	Total	184,299	40				
CLAVIJAS 1 ERRORES FILA 1	Entre grupos	1,046	1	1,046	1,308	,260	0,032453
	Dentro de grupos	31,198	39	,800			
	Total	32,244	40				
CLAVIJAS 1 TIEMPO FILA 2	Entre grupos	,264	1	,264	,059	,810	0,001498
	Dentro de grupos	175,826	39	4,508			
	Total	176,089	40				
CLAVIJAS 1 ERRORES FILA 2	Entre grupos	,220	1	,220	,317	,577	0,008065
	Dentro de grupos	27,000	39	,692			
	Total	27,220	40				
CLAVIJAS 1 TIEMPO FILA 3	Entre grupos	,497	1	,497	,091	,765	0,002319
	Dentro de grupos	213,927	39	5,485			
	Total	214,425	40				
CLAVIJAS 1 ERRORES FILA 3	Entre grupos	,622	1	,622	,793	,379	0,019924
	Dentro de grupos	30,598	39	,785			
	Total	31,220	40				
CLAVIJAS 1 TIEMPO FILA 4	Entre grupos	,014	1	,014	,005	,946	0,000121



	Dentro de grupos	111,988	39	2,871			
	Total	112,001	40				
CLAVIJAS 1	Entre grupos	,152	1	,152	,119	,731	0,003055
ERRORES FILA 4	Dentro de grupos	49,750	39	1,276			
	Total	49,902	40				
CLAVIJAS 1	Entre grupos	,235	1	,235	,004	,951	9,72E-05
TIEMPO TOTAL	Dentro de grupos	2417,016	39	61,975			
	Total	2417,250	40				
CLAVIJAS 1	Entre grupos	,024	1	,024	,003	,958	7,37E-05
ERRORES TOTAL	Dentro de grupos	331,000	39	8,487			
	Total	331,024	40				
CLAVIJAS 2	Entre grupos	,016	1	,016	,007	,935	0,000172
TIEMPO FILA 1	Dentro de grupos	94,952	39	2,435			
	Total	94,968	40				
CLAVIJAS 2	Entre grupos	,806	1	,806	1,467	,233	0,036253
ERRORES FILA 1	Dentro de grupos	21,438	39	,550			
	Total	22,244	40				
CLAVIJAS 2	Entre grupos	,409	1	,409	,200	,657	0,005097
TIEMPO FILA 2	Dentro de grupos	79,849	39	2,047			
	Total	80,258	40				
CLAVIJAS 2	Entre grupos	,938	1	,938	1,728	,196	0,042428
ERRORES FILA 2	Dentro de grupos	21,160	39	,543			
	Total	22,098	40				

CLAVIJAS 2 TIEMPO FILA 3	Entre grupos	,001	1	,001	,001	,977	2,12E-05
	Dentro de	57,856	39	1,483			
	grupos Total	57,857	40				
CLAVIJAS 2 ERRORES FILA 3	Entre grupos	,075	1	,075	,136	,714	0,003472
	Dentro de	21,438	39	,550			
	grupos Total	21,512	40				
CLAVIJAS 2 TIEMPO FILA 4	Entre grupos	,105	1	,105	,066	,799	0,00168
	Dentro de	62,124	39	1,593			
	grupos Total	62,229	40				
CLAVIJAS 2 ERRORES FILA 4	Entre grupos	1,144	1	1,144	1,015	,320	0,025364
	Dentro de	43,978	39	1,128			
	grupos Total	45,122	40				
CLAVIJAS 2 TIEMPO TOTAL	Entre grupos	,555	1	,555	,025	,876	0,000631
	Dentro de	880,011	39	22,564			
	grupos Total	880,566	40				
CLAVIJAS 2 ERRORES TOTAL	Entre grupos	10,300	1	10,300	2,186	,147	0,053066
	Dentro de	183,798	39	4,713			
	grupos Total	194,098	40				

---

Anexo 60.

Tabla ANOVA con datos ETA, Cubos.

		<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>	<b><math>\eta</math></b>
PUNTUACION CUBOS 1	Entre grupos	1252,888	1	1252,888	1,136	,293	0,028307
	Dentro de grupos	43007,378	39	1102,753			
	Total	44260,266	40				
TIEMPO TOTAL CUBOS 1	Entre grupos	39059,503	1	39059,503	,891	,351	0,022344
	Dentro de grupos	1709076,906	39	43822,485			
	Total	1748136,409	40				
PUNTUACION CUBOS 2	Entre grupos	9,707	1	9,707	,121	,730	0,003086
	Dentro de grupos	3136,098	39	80,413			
	Total	3145,805	40				
TIEMPO TOTAL CUBOS 2	Entre grupos	194,130	1	194,130	,010	,919	0,000267
	Dentro de grupos	727404,209	39	18651,390			
	Total	727598,339	40				

Anexo 61.

Tabla ANOVA con datos ETA, D2.

		<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>	<b><math>\eta</math></b>
D2 MANUAL TR	Entre grupos	10,859	1	10,859	,003	,960	6,4375E-05
	Dentro de grupos	168669,190	39	4324,851			
	Total	168680,049	40				
D2 MANUAL TA	Entre grupos	1,640	1	1,640	,002	,964	5,3785E-05
	Dentro de grupos	30490,360	39	781,804			
	Total	30492,000	40				
D2 MANUAL Errores o	Entre grupos	48,952	1	48,952	,228	,636	0,00581414

	Dentro de grupos	8370,560	39	214,630			
	Total	8419,512	40				
D2 MANUAL Errores C	Entre grupos	1,742	1	1,742	1,198	,280	0,02980071
	Dentro de grupos	56,698	39	1,454			
	Total	58,439	40				
D2 MANUAL suma O+C	Entre grupos	69,160	1	69,160	,310	,581	0,0078985
	Dentro de grupos	8686,938	39	222,742			
	Total	8756,098	40				
D2 MANUAL Errores Totales	Entre grupos	25,210	1	25,210	,006	,937	0,00016356
	Dentro de grupos	154109,278	39	3951,520			
	Total	154134,488	40				
D2 MANUAL CON	Entre grupos	68,512	1	68,512	,062	,805	0,00157661
	Dentro de grupos	43387,000	39	1112,487			
	Total	43455,512	40				
D2 MANUAL VAR	Entre grupos	,020	1	,020	,001	,975	2,6077E-05
	Dentro de grupos	757,590	39	19,425			
	Total	757,610	40				
D2 VIRTUAL TR	Entre grupos	27028,714	1	27028,714	4,849	,034	0,11059256
	Dentro de grupos	217370,310	39	5573,598			
	Total	244399,024	40				
D2 VIRTUAL TA	Entre grupos	20208,660	1	20208,660	9,848	,003	0,20160256
	Dentro de grupos	80031,438	39	2052,088			
	Total	100240,098	40				

D2 VIRTUAL Errores o	Entre grupos	815,912	1	815,912	,933	,340	0,02337329
	Dentro de grupos	34091,990	39	874,154			
	Total	34907,902	40				
D2 VIRTUAL Errores C	Entre grupos	563,512	1	563,512	,350	,558	0,00889192
	Dentro de grupos	62810,000	39	1610,513			
	Total	63373,512	40				
D2 VIRTUAL suma O+C	Entre grupos	2735,561	1	2735,561	,674	,417	0,01697947
	Dentro de grupos	158374,390	39	4060,882			
	Total	161109,951	40				
D2 VIRTUAL Errores Totales	Entre grupos	46961,799	1	46961,799	6,654	,014	0,14574342
	Dentro de grupos	275260,640	39	7057,965			
	Total	322222,439	40				
D2 VIRTUAL CON	Entre grupos	29145,779	1	29145,779	7,011	,012	0,15237571
	Dentro de grupos	162129,978	39	4157,179			
	Total	191275,756	40				
D2 VIRTUAL VAR	Entre grupos	729,132	1	729,132	35,020	,000	0,47311762
	Dentro de grupos	811,990	39	20,820			
	Total	1541,122	40				

Anexo 62.

Tabla ANOVA con datos ETA, Dígitos.

		<i>Suma de cuadrados</i>	<i>gl</i>	<i>Media cuadrática</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>	<i>η</i>
DIGITOS MANUAL DIRECTA	Entre grupos	5,784	1	5,784	1,620	,211	0,039886
	Dentro de grupos	139,240	39	3,570			
	Total	145,024	40				

DIGITOS DIRECTOS MANUAL MRDD	Entre grupos	2,588	1	2,588	1,886	,178	0,046126
	Dentro de grupos	53,510	39	1,372			
	Total	56,098	40				
DIGITOS MANUAL INVERSA	Entre grupos	1,062	1	1,062	,179	,674	0,004581
	Dentro de grupos	230,840	39	5,919			
	Total	231,902	40				
DIGITOS INVERSOS MANUAL MRDI	Entre grupos	,070	1	,070	,030	,863	0,000776
	Dentro de grupos	90,710	39	2,326			
	Total	90,780	40				
DIGITOS MANUAL SECUENCIA	Entre grupos	,472	1	,472	,093	,761	0,002391
	Dentro de grupos	197,040	39	5,052			
	Total	197,512	40				
DIGITOS MANUAL SECUENCIA MRDS	Entre grupos	,274	1	,274	,149	,702	0,003804
	Dentro de grupos	71,678	39	1,838			
	Total	71,951	40				
MANUAL TOTAL	Entre grupos	7,555	1	7,555	,278	,601	0,007073
	Dentro de grupos	1060,640	39	27,196			
	Total	1068,195	40				
DIGITOS VIRTUAL DIRECTA	Entre grupos	5,379	1	5,379	1,217	,277	0,030258
	Dentro de grupos	172,378	39	4,420			
	Total	177,756	40				
DIGITOS DIRECTOS VIRTUAL MRDD	Entre grupos	3,310	1	3,310	1,673	,203	0,041128
	Dentro de grupos	77,178	39	1,979			
	Total	80,488	40				
DIGITOS VIRTUAL INVERSA	Entre grupos	8,805	1	8,805	1,500	,228	0,037026
	Dentro de grupos	229,000	39	5,872			
	Total	237,805	40				

DIGITOS INVERSO VIRTUAL MRDI	Entre grupos	,738	1	,738	,344	,561	0,008733
	Dentro de grupos	83,750	39	2,147			
	Total	84,488	40				
DIGITOS VIRTUAL SECUENCIA	Entre grupos	4,953	1	4,953	,762	,388	0,019168
	Dentro de grupos	253,438	39	6,498			
	Total	258,390	40				
DIGITOS VIRTUAL SECUENCIA MRDS	Entre grupos	3,226	1	3,226	1,661	,205	0,040843
	Dentro de grupos	75,750	39	1,942			
	Total	78,976	40				
VIRTUAL TOTAL	Entre grupos	2,488	1	2,488	,090	,766	0,002293
	Dentro de grupos	1082,390	39	27,754			
	Total	1084,878	40				

Anexo 63.

Tabla ANOVA con datos ETA, Estrella.

		<i>Suma de cuadrados</i>	<i>gl</i>	<i>Media cuadrática</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>	<i>η</i>
ESTRELLA 1 TIEMPO	Entre grupos	11263,293	1	11263,293	,935	,340	0,023409
	Dentro de grupos	469879,670	39	12048,197			
	Total	481142,963	40				
ESTRELLA 1 ERRORES	Entre grupos	55,030	1	55,030	,307	,583	0,007798
	Dentro de grupos	7001,750	39	179,532			
	Total	7056,780	40				
ESTRELLA 2 TIEMPO	Entre grupos	10,899	1	10,899	,022	,882	0,000568
	Dentro de grupos	19183,684	39	491,889			
	Total	19194,584	40				
ESTRELLA 2 ERRORES	Entre grupos	1,503	1	1,503	,054	,817	0,001383
	Dentro de grupos	1085,278	39	27,828			
	Total	1086,780	40				

Anexo 64.  
Tabla ANOVA con datos ETA, Localización espacial.

		<i>Suma de cuadrados</i>	<i>gl</i>	<i>Media cuadrática</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>	<i>η</i>
LOCALIZACION ESPACIAL MANUAL DIRECTA	Entre grupos	2,201	1	2,201	,573	,454	0,014486
	Dentro de grupos	149,750	39	3,840			
	Total	151,951	40				
LOCALIZACION ESPACIAL MANUAL DIRECTA CANTIDAD	Entre grupos	,390	1	,390	,331	,568	0,008412
	Dentro de grupos	46,000	39	1,179			
	Total	46,390	40				
LOCALIZACION ESPACIAL MANUAL INVERSA	Entre grupos	,030	1	,030	,009	,923	0,00024
	Dentro de grupos	123,190	39	3,159			
	Total	123,220	40				
LOCALIZACION ESPACIAL MANUAL INVERSA CANTIDAD	Entre grupos	,055	1	,055	,054	,818	0,001379
	Dentro de grupos	39,750	39	1,019			
	Total	39,805	40				
LOCALIZACION ESPACIAL MANUAL TOTAL ACUMULADO	Entre grupos	2,740	1	2,740	,278	,601	0,007085
	Dentro de grupos	384,040	39	9,847			
	Total	386,780	40				
LOCALIZACION ESPACIAL VIRTUAL DIRECTA	Entre grupos	7,512	1	7,512	1,210	,278	0,030096
	Dentro de grupos	242,098	39	6,208			
	Total	249,610	40				
LOCALIZACION ESPACIAL VIRTUAL DIRECTA CANTIDAD	Entre grupos	,574	1	,574	,216	,644	0,005519
	Dentro de grupos	103,378	39	2,651			
	Total	103,951	40				
LOCALIZACION ESPACIAL VIRTUAL INVERSA	Entre grupos	,806	1	,806	,200	,657	0,005096
	Dentro de grupos	157,438	39	4,037			
	Total	158,244	40				



LOCALIZACION ESPACIAL VIRTUAL INVERSA CANTIDAD	Entre grupos	1,062	1	1,062	,639	,429	0,016121
	Dentro de grupos	64,840	39	1,663			
	Total	65,902	40				
LOCALIZACION ESPACIAL VIRTUAL TOTAL ACUMULADO	Entre grupos	3,396	1	3,396	,312	,580	0,007939
	Dentro de grupos	424,360	39	10,881			
	Total	427,756	40				

Anexo 65.

Tabla ANOVA con datos ETA, Números y letras.

		<i>Suma de cuadrados</i>	<i>gl</i>	<i>Media cuadrática</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>	<i>η</i>
NUMEROS Y LETRAS MANUAL TOTAL	Entre grupos	1,542	1	1,542	,164	,688	0,004184
	Dentro de grupos	366,898	39	9,408			
	Total	368,439	40				
NUMEROS Y LETRAS MANUAL TOTAL CNL	Entre grupos	,079	1	,079	,066	,798	0,001702
	Dentro de grupos	46,360	39	1,189			
	Total	46,439	40				
NUMEROS Y LETRAS VIRTUAL TOTAL	Entre grupos	27,782	1	27,782	2,390	,130	0,057733
	Dentro de grupos	453,438	39	11,627			
	Total	481,220	40				
NUMEROS Y LETRAS VIRTUAL CNL	Entre grupos	4,918	1	4,918	3,199	,081	0,075805
	Dentro de grupos	59,960	39	1,537			
	Total	64,878	40				

Anexo 66.

Tabla ANOVA con datos ETA, Stroop.

		<i>Suma de cuadrados</i>	<i>gl</i>	<i>Media cuadrática</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>	<i>η</i>
STROOP MANUAL PALABRA	Entre grupos	226,423	1	226,423	1,337	,255	0,033151
	Dentro de grupos	6603,578	39	169,323			
	Total	6830,000	40				

STROOP MANUAL COLOR	Entre grupos	19,811	1	19,811	,271	,606	0,006889
	Dentro de	2855,750	39	73,224			
	grupos Total	2875,561	40				
STROOP MANUAL PALABA COLOR	Entre grupos	13,015	1	13,015	,118	,733	0,003021
	Dentro de	4294,790	39	110,123			
	grupos Total	4307,805	40				
STROOP MANUAL PC'	Entre grupos	1,141	1	1,141	,054	,817	0,001393
	Dentro de	818,336	39	20,983			
	grupos Total	819,478	40				
STROOP MANUAL INTERFERENCIA	Entre grupos	6,448	1	6,448	,088	,769	0,002239
	Dentro de	2873,009	39	73,667			
	grupos Total	2879,457	40				
STROOP VIRTUAL PALABRA	Entre grupos	341,050	1	341,050	5,089	,030	0,115435
	Dentro de	2613,438	39	67,011			
	grupos Total	2954,488	40				
STROOP VIRTUAL COLOR	Entre grupos	7,384	1	7,384	,113	,739	0,00289
	Dentro de	2547,640	39	65,324			
	grupos Total	2555,024	40				
STROOP VIRTUAL PALABA COLOR	Entre grupos	41,602	1	41,602	,248	,621	0,006311
	Dentro de	6549,910	39	167,946			
	grupos Total	6591,512	40				
STROOP VIRTUAL PC'	Entre grupos	25,603	1	25,603	1,763	,192	0,043242





Par 9	CLAVIJAS 1 TIEMPO TOTAL - CLAVIJAS	1,8163	7,2566	1,1333	-,4741	4,1068	1,603	40	,117
Par 10	CLAVIJAS 1 ERRORES TOTAL - CLAVIJAS	,2195	3,2520	,5079	-,8070	1,2460	,432	40	,668
	2 ERRORES TOTAL								

Anexo 69.  
Tabla t, Cubos.

<b>Prueba de muestras emparejadas</b>								
<b>Diferencias emparejadas</b>								
<b>95% de intervalo de confianza de la diferencia</b>								
	<i>Media</i>	<i>Desviación estándar</i>	<i>Media de error estándar</i>	<i>Inferior</i>	<i>Superior</i>	<i>T</i>	<i>gl</i>	<i>Sig. (bilateral)</i>
Pa r 1	PUNTUACION CUBOS 1					-		
	-	-2,6068	30,8419	4,8167	12,3417	7,1281	5 40	,591
	PUNTUACION CUBOS 2						4	
							1	
Pa r 2	TIEMPO TOTAL CUBOS 1 - TIEMPO TOTAL CUBOS 2	108,077	127,1578	19,8587	67,9411	148,213	4 40	,000
		1				0	4	
							2	

Anexo 70.  
Tabla t, D2.

<b>Prueba de muestras emparejadas</b>									
<b>Diferencias emparejadas</b>									
<b>95% de intervalo de confianza de la diferencia</b>									
	<i>Media</i>	<i>Desviación estándar</i>	<i>Media de error estándar</i>	<i>Inferior</i>	<i>Superior</i>	<i>t</i>	<i>Gl</i>	<i>Sig. (bilateral)</i>	
Pa r 1	D2 MANUA L TR - D2	99,5122	76,9075	12,0109	75,2372	123,7872	8,285	40	,000

Pa r 2	VIRTUA L TR D2 MANUA L TA - D2	36,5610	50,7809	7,9306	20,5325	52,5894	4,6 10	40	,000
Pa r 3	VIRTUA L TA D2 MANUA L Errores o - D2	-4,146	27,9544	4,3657	-9,2381	8,4089	- 09 5	40	,925
Pa r 4	VIRTUA L Errores o D2 MANUA L Errores C - D2	22,5610	39,5209	6,1721	35,0353	-10,0866	- 3,6 55	40	,001
Pa r 5	VIRTUA L Errores C D2 MANUA L suma O+C - D2	22,9756	60,8517	9,5034	42,1828	-3,7685	- 2,4 18	40	,020
Pa r 6	VIRTUA L suma O+C D2 MANUA L Errores Totales - D2	122,487 8	84,0818	13,1314	95,9483	149,0273	9,3 28	40	,000
Pa r 7	VIRTUA L Errores Totales D2 MANUA L CON - D2	36,9756	67,9468	10,6115	15,5289	58,4223	3,4 84	40	,001
Pa r 8	VIRTUA L CON D2 MANUA L VAR -	2,0488	7,3653	1,1503	-,2760	4,3736	1,7 81	40	,082



Pa r 4	DIGITOS INVERS OS MANUA L MRDI - DIGITOS INVERS O VIRTUA L MRDI	- ,6341	1,8541	,2896	-1,2194	-,0489	-2,190	40	,034
Pa r 5	DIGITOS MANUA L SECUEN CIA - DIGITOS VIRTUA L SECUEN CIA	- 2,487 8	2,7397	,4279	-3,3526	-1,6230	-5,814	40	,000
Pa r 6	DIGITOS MANUA L SECUEN CIA MRDS - DIGITOS VIRTUA L SECUEN CIA MRDS	- ,5610	1,6286	,2543	-1,0750	-,0469	-2,206	40	,033
Pa r 7	MANUA L TOTAL - VIRTUA L TOTAL	- 6,219 5	4,8863	,7631	-7,7618	-4,6772	-8,150	40	,000

---





VIRTUAL  
DIRECTA  
CANTIDAD

Pa r 3	LOCALIZACION ESPACIAL MANUAL INVERSA - LOCALIZACION ESPACIAL VIRTUAL INVERSA	2,829 3	2,0845	,3255	2,1713	3,4872	8,691	40	,000
Pa r 4	LOCALIZACION ESPACIAL MANUAL INVERSA CANTIDAD - LOCALIZACION ESPACIAL VIRTUAL INVERSA CANTIDAD	1,122 0	1,3266	,2072	,7032	1,5407	5,416	40	,000
Pa r 5	LOCALIZACION ESPACIAL MANUAL TOTAL ACUMULADO - LOCALIZACION ESPACIAL VIRTUAL TOTAL ACUMULADO	7,317 1	4,1015	,6405	6,0225	8,6117	11,42 3	40	,000

---



VIRTUAL PALABRA									
Pa	STROOP								
r 2	MANUAL								
	COLOR -	18,463	8,4797	1,3243	15,7869	21,139	13,94	4	,000
	STROOP	4				9	2	0	
	VIRTUAL								
	COLOR								
Pa	STROOP								
r 3	MANUAL								
	PALABA								
	COLOR -	7,5366	14,5432	2,2713	2,9462	12,127	3,318	4	,002
	STROOP					0		0	
	VIRTUAL								
	PALABA								
	COLOR								
Pa	STROOP								
r 4	MANUAL PC' -	15,579	3,5042	,5473	14,4736	16,685	28,46	4	,000
	STROOP	7				7	8	0	
	VIRTUAL PC'								
Pa	STROOP								
r 5	MANUAL								
	INTERFERENC								
	IA - STROOP	-	14,0360	2,1920	-	-	-	4	,001
	VIRTUAL	8,0431			12,4734	3,6128	3,669	0	
	INTERFERENC								
	IA								

Anexo 76.

Protocolo de aplicación de pruebas.

**Orden de las pruebas:**

1. Pruebas de reaprendizaje: se propone iniciar con aquellas pruebas que se aplican con el fin de estudiar el reaprendizaje, para así tener en la aplicación de estas a el sujeto menos cansado y predispueto de manera que se reduzcan estos sesgos, así mismo es útil para la aplicación ya que podemos utilizarlos tanto con los sujetos que harán primero las pruebas en formato tradicional como en quienes iniciarán con formato virtual estas son:
  - Mirror Trace (prueba de la estrella invertida)
  - Clavijas
  - Anillas
  - Cubos Wais III
2. Pruebas validación: Para aquellas pruebas que estamos aplicando para el estudio de la validación de la versión virtual de estas se propone el siguiente orden teniendo en cuenta las pruebas que resultan más tediosas por la cantidad de tiempo que requieren y el tipo de

ejercicio para que estas sean las primeras en aplicarse y también teniendo en cuenta agrupar las pruebas por grupos según la función que midan, como por ejemplo aplicar todas las pruebas de retención de dígitos (orden directo, orden inverso y de menor a mayor) y la prueba de retención de números y letras de manera seguida.

en este orden de ideas el orden sería el siguiente:

- D2
- Stroop
- Retención de dígitos directo
- Retención de dígitos inverso
- Retención de dígitos y orden de menor a mayor
- Letras y números
- Localización espacial directa
- Localización espacial inversa

**Justificación:** se propone el orden anteriormente descrito para buscar dos propósitos principales, el primero es lograr que las pruebas de reaprendizaje no se vean sesgadas por la aplicación de las demás pruebas por causa del cansancio o el tipo de tarea, motivo por el cual se plantea ponerlas de primeras, así mismo esto facilita la posibilidad de aplicarle estas mismas pruebas a quienes están realizando la evaluación de manera tradicional así como a quienes lo hacen de manera virtual. El segundo propósito es mantener un orden lógico agrupando las pruebas por las funciones que miden y el tipo de tarea que requieren del participante, así se verá una coherencia entre lo que se hace. Finalmente es importante resaltar que este orden toma en cuenta la longitud en términos de tiempo de las pruebas, poniendo como primeras aquellas que representen un mayor trabajo o mayor cantidad de tiempo.

**Instrucciones:** las instrucciones se darán justo como lo indica el manual de cada prueba, de manera clara y precisa en el menor tiempo posible y con la posibilidad de que el participante exprese sus dudas sobre la tarea que se requiere que haga en cada uno de las pruebas físicas. Las instrucciones de las pruebas virtuales son exactamente iguales, pero están incluidas dentro de los estímulos de las pruebas de manera tal que quien acompañe al participante no debe darle las instrucciones sino indicarle que atienda a la pantalla.

Se plantea el protocolo así:

1. Prueba D2: “le voy a hacer entrega de un formato, por favor lea lo que está escrito en esta hoja y cuando termine avísame, si tiene alguna duda hágamelo saber inmediatamente; ahora ya que leyó las instrucciones le recuerdo que cuanta con un tiempo limitado para cada una de las líneas, por lo que necesito que apenas escuche la instrucción “cambio” pase a la siguiente fila sin importar que no haya terminado con todos los estímulos que están en esta. Usted puede corregir los errores que note en la prueba poniendo una “x” en donde vea un error. Ahora por favor voltee la hoja y a mis señal inicie”
2. Prueba Stroop: “para este ejercicio necesito que por favor lea lo más rápido que sea posible las palabras que están en esta lista, estas las debe leer por columnas, usted contará con 45 segundos para leer de la manera más rápida y precisa la mayor cantidad de palabras, si usted termina la última columna por favor vuelva a iniciar sin pausa con las

palabras que encuentra en la primera columna hasta que yo indique que debe detenerse. ¿quedó claro? Iniciemos; Ahora para esta segunda hoja, necesito que haga exactamente lo mismo que en el ejercicio pasado, pero ahora necesito que me diga el color de la tinta en la que están escritas estas letras, de igual manera necesito que las lea por columnas y en caso de finalizar con el ultimo de la lista vuelva a iniciar con la primera de la primera columna, para esta hoja también contará con 45 segundos, por favor inicie ya; Para esta prueba final, necesito que haga el mismo ejercicio que hicimos en las hojas anteriores, pero que esta vez me diga el color en el cual está escrita la palabra, no la palabra que está escrita, así necesito que me indique el color de la tina ¿ quedó claro? Los 45 segundos inician ya.

3. Dígitos Directos: “ para esta prueba le leeré una serie de números y necesito que por favor los repita en el mismo orden en el que se los leí sin importar la velocidad con la que lo haga ni el tiempo que necesite para hacerlo”
4. Dígitos indirectos: “ para esta prueba le leeré una serie de números y necesito que por favor los repita en el orden inverso al que se los leí , es decir que empezará por el último número que le diga, todo esto sin importar la velocidad con la que lo haga ni el tiempo que necesite para hacerlo”
5. Dígitos en orden: “ para esta prueba le leeré una serie de números y necesito que por favor los ordene de menor a mayor y me los repita, sin importar la velocidad con la que lo haga ni el tiempo que necesite para hacerlo”
6. Letras y números: “ para esta prueba le leeré una serie de números y letras, necesito que por favor los repita ordenando los números de menor a mayor y las letras en orden alfabético, por favor dígame primero los números y luego las letras que se los leí sin importar la velocidad con la que lo haga ni el tiempo que necesite para hacerlo”
7. Localización espacial directa: “ para esta prueba le indicaré una secuencia en este tablero, necesito que tan pronto como yo termine de hacerla usted la repita tal cual la hice yo indicándome con su dedo las partes el tablero que seleccione en orden”
8. Localización espacial inversa: “ para esta prueba le indicaré una secuencia en este tablero, necesito que tan pronto como yo termine de hacerla usted la repita en el orden inverso al que hice yo indicándome con su dedo las partes el tablero que seleccioné empezando por el último que le mostré y terminando por el primero”
9. Clavijas: “ para este ejercicio necesito que tome cada una de estas clavijas, una por una y las pase en el mismo orden en el que están al tablero que tiene al lado, esto lo debe hacer por columnas y en el menor tiempo posible”
10. Mirror trace: “para este ejercicio necesito que por favor con este lápiz y mirando únicamente hacia el espejo que se encuentra delante de usted, repase la figura de la estrella que ve dibujada en negro en el tablero, todo esto en el menor tiempo posible”
11. Anillas: “ para esta prueba necesito que por favor utilizando únicamente su mano dominante, mueva las anillas entre las diferentes columnas hasta llegar a representar la figura que le mostraré en esta lámina, la figura debe quedar en el mismo orden de colores y se debe hacer en el menor tiempo posible y haciendo la menor cantidad de movimientos posible, puede pasar de la primera columna a la tercera en un solo movimiento, pero no puede tomar más de una anilla a la vez”

**Contrabalanceo:** para esta aplicación es fundamental que la mitad del grupo inicie con la aplicación tradicional y la mitad con la virtual.

**Otras indicaciones:**

**Códigos para participantes:**

|iniciales nombre y apellido |género |fecha de aplicación| hora de aplicación (militar) |tipo de aplicación (físico o virtual)|

Anexo77.

Formato consentimiento informado.

### CONSENTIMIENTO INFORMADO

Proyecto “*Comparación de pruebas neuropsicológicas virtualizadas*”.

Como parte del trabajo de grado de los estudiantes Natalia Brandwayn Briceño, Ricardo Macías Bohórquez y David Restrepo Vélez, se busca realizar la aplicación de diferentes test y pruebas neuropsicológicas de manera física y virtual, con el propósito de indagar las similitudes y diferencias de las pruebas sistematizadas ante las pruebas tradicionales.

*¿Por qué se realiza este estudio?*

Este estudio se está realizando como parte de una investigación en curso sobre los procesos de neurogénesis y las destrezas motoras finas y gruesas, para la cual se busca dar aportes como modalidad de trabajo de grado por medio de la realización de un estudio cuantitativo de la comparación de pruebas neuropsicológicas sistematizadas y físicas.

*¿Quiénes están involucrados en el estudio?*

Este trabajo de grado está coordinado por el profesor César Andrés Acevedo de la facultad de psicología de la Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá, así mismo los estudiantes Ricardo Macías, Natalia Brandwayn y David Restrepo de noveno semestre de psicología son los encargados de la recolección y análisis de datos para este proyecto. Los participantes deben acceder a ser parte del estudio de manera voluntaria.

*¿Cómo la información acerca de usted se mantendrá de manera privada?*

Una vez se realicen las pruebas neuropsicológicas se asignará a cada participante un número de código. Todos los protocolos realizados serán utilizados para fines de la investigación pero siempre manejando la absoluta reserva de identidad bajo la custodia del director del proyecto.

Durante el proceso de publicación de resultados se realizará en términos general y preservando la identidad y cualquier rasgo que pudiera identificar a los participantes.

*¿Cuáles son los riesgos del estudio?*

El procedimiento de esta investigación no representa ningún riesgo físico para los participantes.

*¿Cuáles son los costos del estudio?*

La aplicación de las pruebas neuropsicológicas para este estudio no tendrá ningún costo y no se le cobrará nada por las pruebas y evaluación neuropsicológica que se le realicen dentro de la investigación. A usted no se le pagará por su participación en este estudio.

*¿Cómo encontraré los resultados de este estudio?*

Los resultados generales serán publicados en el trabajo de grado, manteniendo la confidencialidad de los participantes.

*¿Cuáles son mis derechos como participante?*

Usted es libre de participar en este estudio. No habrá sanciones o pérdidas de beneficios si usted no desea tomar parte del mismo. Si usted decide participar en este estudio, usted puede abandonarlo en cualquier momento. Usted puede decidir o no que sus resultados permanezcan almacenados y aun ser parte de este estudio.

Nosotros le daremos una copia de este consentimiento para que usted la guarde en sus archivos.

*¿A quién puedo llamar si tengo preguntas o problemas?*

Sí usted tiene alguna pregunta acerca de este estudio, contacte a cualquiera de los estudiantes encargados del trabajo de grado o a Cesar Andrés Acevedo, quien es la el docente que coordina y supervisa el trabajo.

Número de contacto:

Natalia Brandwayn Briceño: 3112825899

Por favor lea los siguientes párrafos, piense su elección y firme si está de acuerdo.

Yo, \_\_\_\_\_, identificado(a) con la cédula de ciudadanía número \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_, manifiesto a ustedes mi aceptación de ser parte del trabajo de grado “*Validación de pruebas neuropsicológicas virtualizadas*”, realizado por los estudiantes Natalia Brandwayn, Ricardo Macías y David Restrepo de la Facultad de Psicología de la Pontificia Universidad Javeriana, el cual me ha sido explicado y he entendido completamente.

Entiendo que toda la información concerniente a mi evaluación y tratamiento es confidencial y no será divulgada ni entregada a ninguna otra institución o individuo sin mi consentimiento expreso, excepto cuando la solicitud provenga de una autoridad judicial competente. También entiendo y por lo tanto estoy de acuerdo con la necesidad de que se quebrante este principio de confidencialidad en caso de presentarse situaciones que pongan en grave peligro mi integridad física o mental o la de algún miembro de la comunidad. La valoración de la gravedad de la situación que permitirá quebrantar el principio de confidencialidad, será determinada por el director del trabajo de grado en concepto escrito que será puesto en mi conocimiento, pero que



no tienen que contar con mi aceptación expresa.

Autorizo que los datos obtenidos podrán ser usados con fines investigativos. Autorizo que los datos obtenidos de la evaluación neuropsicológica sean utilizados en la investigación “*Validación de pruebas neuropsicológicas virtualizadas*”. aprobada por la Facultad de Psicología de la PUJ.

Reconozco que la información que yo provea en el curso de esta investigación es estrictamente confidencial y no será usada para ningún otro propósito fuera de los de este estudio sin mi consentimiento. He sido informado que puedo hacer preguntas sobre el proyecto en cualquier momento y que puedo retirarme del mismo cuando así lo decida, sin que esto acarree perjuicio alguno para mi persona.

En forma expresa manifiesto a ustedes que he leído y comprendido íntegramente este documento y en consecuencia acepto su contenido y las consecuencias que de él se deriven.

He leído, comprendido y accedido a lo anteriormente mencionado

Nombres y Apellidos: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Firma

\_\_\_\_\_

Fecha

CC No