

Universidad de Costa Rica
Facultad de Ciencias Sociales
Escuela de Psicología

Tesis para optar por el grado de Licenciatura en Psicología

“Un estudio retrospectivo de la influencia de la capacidad de memoria de trabajo y la inteligencia fluida sobre las puntuaciones de la Prueba de Aptitud Académica de la Universidad de Costa Rica.”

Sustentante:

Claudia Araya Orozco B10468

Comité asesor:

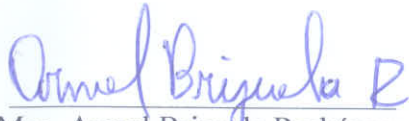





Director: Odir Rodríguez Villagra, Ph.D.

Lectora: Licda. Johanna Sibaja Molina.

Lector: Licdo. Bradly Marín Picado.

**Ciudad Universitaria Rodrigo Facio
San José, Costa Rica
2017**

Hoja de aprobación

 Msc. Armel Brizuela Rodríguez Presidente del Tribunal	 Dra. Vanessa Smith Castro Profesora Invitada
 Dr. Odir Rodríguez Villagra Director TFG	
 Licda. Johanna Sibaja Molina Lectora TFG	 Licdo. Bradley Marín Picado Lector TFG
 Bach. Claudia Araya Orozco Sustentante	

Dedicatoria

A todas las personas que realizan el examen de admisión a la UCR cada año

Espero este trabajo sea un aporte importante al gran esfuerzo que realizan los integrantes del Programa Permanente de la Prueba de Aptitud Académica de la UCR para reducir la brecha social en cuanto al proceso de admisión a la educación superior pública en Costa Rica.

Agradecimientos

Desde la adolescencia me ha costado acoplarme a las reglas que nos impone la sociedad. Siempre he tratado de tener un pensamiento crítico ante las situaciones de la cotidianeidad. Por esto y muchas otras razones, el colegio no era un espacio en el que me sintiera cómoda. No fui la mejor estudiante en el colegio; es más, fui de las peores de la generación. Escuché muchas veces de parte de profesores que así no iba a entrar a la universidad. Igualmente estaba decidida a que quería entrar a la UCR. Hice el examen de admisión, muy segura de que en este lugar sí me iba a sentir cómoda, que en este lugar sí iba a tener la motivación para estudiar y aprender, por dicha logré entrar y la universidad cumplió y superó mis expectativas. Ahora salgo de esta universidad con un mayor conocimiento de la realidad nacional, una mayor capacidad de pensamiento crítico, y con aún más ganas de seguir desafiando las normas sociales y generando cambios.

En primer lugar, quiero agradecer profundamente a mi familia; mamá, papá, abuelos y abuelas, tíos y tías, que me han brindado su apoyo siempre, sin todos ustedes no habría llegado adonde estoy ahora. Pero quiero agradecerle especialmente a mi mamá: has hecho un gran esfuerzo durante toda mi vida para garantizarme las mejores condiciones y la mejor educación posible, a pesar de que definitivamente no fue fácil lidiar con una hija como yo no te rendiste. Gracias a vos terminé hoy la licenciatura en Psicología en la UCR: por eso, estaré agradecida toda mi vida y este logro también es tuyo.

En segundo lugar, quiero agradecer al comité asesor por todo el apoyo brindado en este largo camino que no ha sido fácil, pero sin duda ustedes lo hicieron menos complicado. Especialmente quiero agradecer al Dr. Odir Rodríguez Villagra, porque fue gracias a sus enseñanzas en el curso de Investigación V hace 4 años que pude encontrar lo que me apasiona

y a lo que quiero dedicarme profesionalmente: la investigación. Gracias por darme la oportunidad de ser su asistente tanto en los cursos como en sus investigaciones, han sido 3 años de mucho aprendizaje. Especialmente, gracias porque siempre creyó en mis capacidades, aún en los momentos en los que yo misma no creía en ellas, porque me dio todas las herramientas posibles para que yo crezca como investigadora en psicología. Le agradezco a la vida por haberlo conocido, espero seguir aprendiendo de usted, ahora como colegas.

En tercer lugar, quiero agradecer a mis amigos más cercanos. Cada uno de ustedes ha hecho un aporte importante a la persona que soy ahora: es decir, sin ustedes este trabajo no habría sido posible. A los que estuvieron presentes durante todo este proceso o parte de él, les agradeceré siempre todo el apoyo que me dieron.

En cuarto lugar, quiero agradecer al Instituto de Investigaciones Psicológicas y al Centro de Investigación en Neurociencias por darme la oportunidad de desarrollar este trabajo final de graduación en el marco de sus proyectos de investigación, por darme todo el apoyo posible y todas las herramientas para que este trabajo se llevara a cabo.

Por último, quiero agradecer a los integrantes de la Prueba Permanente de la Prueba de Aptitud Académica, por facilitarme la información necesaria para culminar este trabajo.

Araya, C. (2017). *Un estudio retrospectivo de la influencia de la capacidad de memoria de trabajo y la inteligencia fluida sobre las puntuaciones de la Prueba de Aptitud Académica de la Universidad de Costa Rica*. (Tesis de Licenciatura). Universidad de Costa Rica, San José Costa Rica.

Resumen

La Prueba de Aptitud Académica de la Universidad de Costa Rica es de gran importancia a nivel nacional, por lo tanto, se han desarrollado varios estudios relacionados con las evidencias de validez de la misma (Bolaños & Rojas, 2013; Brizuela, et al., 2016; Brizuela & Montero, 2013; Jiménez & Morales, 2010; Mainieri, 2011; Montero et al., 2013; Rojas, 2013, 2014). Dado que uno de los aspectos fundamentales del estudio de los tests es la búsqueda de evidencia de los procesos cognitivos involucrados en su resolución (Messick, 1989) y con el fin de contribuir a las evidencias de validez de la prueba, la presente investigación tuvo como objetivo examinar si diferencias individuales en capacidad de memoria de trabajo e inteligencia fluida predicen las puntuaciones de las y los estudiantes en la Prueba de Aptitud Académica. El estudio se llevó a cabo con una muestra de 114 estudiantes universitarios, 60 mujeres con una media de edad de 19.15 años ($DE= 3.63$) y 54 hombres con una media de edad de 18.90 años ($DE= 1.48$). Los datos fueron analizados en el contexto de un modelo de ecuaciones estructurales, que incluía como variables latentes la memoria de trabajo, inteligencia fluida, razonamiento verbal de la Prueba de Aptitud Académica y razonamiento matemático de la Prueba de Aptitud Académica.

Los resultados muestran que la inteligencia fluida predice las puntuaciones en el área matemática en 0.70 y en el área verbal en 0.49; el efecto de la capacidad de memoria de trabajo sobre el área matemática y verbal, al controlar el efecto atribuido a la inteligencia fluida, es nulo; y la memoria de trabajo predice a la inteligencia fluida en 0.67. Estos hallazgos proporcionan evidencia adicional de que la Prueba de Aptitud Académica es una prueba de razonamiento.

Palabras clave: Prueba de Aptitud Académica, Memoria de trabajo, Inteligencia Fluida, Modelo de ecuaciones estructurales, Validez.

Índice General

1. Introducción	1
2. Marco de referencia.....	5
2.1. Antecedentes.....	5
2.2. Marco Conceptual.....	11
2.2.1. Prueba de Aptitud Académica de la UCR	11
2.2.2. Memoria de Trabajo	12
2.2.3. Inteligencia Fluida	13
2.2.4. Relaciones hipotéticas entre PAA, Memoria de Trabajo e Inteligencia Fluida...	14
3. Problema de investigación	19
4. Hipótesis.....	20
5. Objetivos	21
6. Descripción del estudio	22
6.1. Diseño metodológico	22
6.2. Participantes.....	23
6.3. Instrumentos	24
6.3.1. Capacidad de Memoria de trabajo	24
6.3.2. Inteligencia Fluida	25
6.3.3. Prueba de Aptitud Académica	26
6.4. Procedimiento experimental.....	27
6.5. Manejo de datos.....	27
6.6. Análisis de la información.....	28
6.6.1. Preparación de los datos	28
6.6.2. Análisis de resultados	29
7. Resultados	31
7.1. Estadísticos descriptivos.....	31
7.2. Análisis factorial confirmatorio.....	37
7.3. Modelo de ecuaciones estructurales	40
8. Discusión.....	43
9. Limitaciones	46
10. Conclusiones	47

11. Recomendaciones.....	48
12. Referencias bibliográficas.....	49
13. Apéndices.....	58
13.1. Apéndice 1: Consentimiento Informado.....	58
13.2. Apéndice 2: Ejemplos Cattell.....	62
13.3. Apéndice 3: Ejemplos prueba de actualización de la memoria de trabajo.....	64
13.4. Apéndice 4: Ejemplos CST.....	64
13.5. Apéndice 5: Instrucciones de aplicación Cattell.....	66
13.6. Apéndice 6: Instrucciones de aplicación de la prueba de actualización de la memoria de trabajo.....	70
13.7. Apéndice 7: Instrucciones de aplicación de las CST.....	70

Índice de Figuras

Figura 1. Modelo de medición PAA unidimensional, modelo de medición PAA bidimensional y SEM, PAA bidimensional.....	16
Figura 2. Histogramas y función de densidad.	35
Figura 3. Modelo de medición.....	39
Figura 4. Modelo estructural	42

Índice de Tablas

Tabla 1. Medias, desviaciones estándar, alfas de cronbach y correlaciones entre las variables manifiestas.....	34
Tabla 2. Prueba de normalidad Shapiro-Wilk	37
Tabla 3. Índices de ajuste de los análisis factorial confirmatorio.....	38
Tabla 4. Índices de ajuste de los modelos estructurales	41

Índice de Abreviaturas

UCR	Universidad de Costa Rica
PAA	Prueba de Aptitud Académica
CST	Tareas complejas de Span de la memoria de trabajo
SEM	Modelo de ecuaciones estructurales
CFA	Análisis factorial confirmatorio
SAT	Scholastic Aptitud Test (Examen de admisión a las universidades en Estados Unidos)
RMSEA	Root mean square error of approximation
CFI	Comparative fit index
TLI	Tucker-Lewis index
AIC	Akaike information criteria
BIC	Bayesian information criteria

1. Introducción

Las pruebas de admisión a diversas universidades, son un tema de gran relevancia en todo el mundo, ya que de estas depende el futuro de muchos jóvenes cada año. Específicamente en la Universidad de Costa Rica (UCR), se utiliza la Prueba de Aptitud Académica (PAA) creada en 1957, la cual cuenta con varios estudios que se enfocan en evaluar sus evidencias de validez (Bolaños & Rojas, 2013; Brizuela, Jiménez, Pérez, & Rojas, 2016; Brizuela & Montero, 2013; Jiménez & Morales, 2010; Mainieri, 2011; Montero et al., 2013; Rojas, 2013; Rojas, 2014). Uno de los aspectos fundamentales del estudio de las pruebas psicológicas es la búsqueda de evidencia de los procesos cognitivos implicados en su resolución (Messick, 1989). Por esta razón, la presente investigación examinó si diferencias individuales en pruebas de capacidad de memoria de trabajo e inteligencia fluida se encuentran asociadas con las puntuaciones en la PAA¹, la cual pretende evaluar habilidades de razonamiento en contextos verbales y matemáticos (Programa Permanente de la PAA, 2014).

Tanto la memoria de trabajo como la inteligencia fluida han sido ampliamente estudiadas en los últimos años, y las investigaciones sobre estos temas han ido tomando relevancia tanto a nivel nacional (Rodríguez-Villagra, Göthe, Oberauer & Kliegl, 2013), como

¹ El presente trabajo final de graduación se enmarcó dentro de los proyectos de investigación 837-B4-337 “Capacidad de memoria de trabajo: Causas de olvido y procesos inhibitorios”, inscrito en el Centro de Investigación en Neurociencias y adscrito en el Instituto de Investigaciones Psicológicas y 723-B6-302 “Actualización en la Memoria de Trabajo: Mecanismos relacionados al ligamiento y remoción de las representaciones” inscrito en el Instituto de Investigaciones Psicológicas y adscrito en el Centro de Investigación en Neurociencias, cuyo investigador principal es el Dr. Odir Antonio Rodríguez Villagra. Además, recibió apoyo del Instituto de Investigaciones Psicológicas al ganar el concurso “Jóvenes Investigadores en Psicología” en el 2016.

a nivel internacional (Colom et al., 2015; Ecker, Lewandowsky, Oberauer, & Chee, 2010; Kane et al., 2005; Oberauer, Süß, Wilhelm y Sander, 2008).

Por un lado, Oberauer et al. (2008) definen la memoria de trabajo como un proceso cognitivo que implica el mantenimiento temporal y la manipulación de la información necesaria para resolver determinadas tareas cognoscitivas; por otro lado, Cowan (2005) señala que la memoria de trabajo además tiene un papel importante en la integración de nueva información con información ya existente.

La capacidad de memoria de trabajo se entiende como la cantidad máxima promedio de representaciones mentales que una persona puede mantener y manipular simultáneamente, que según Cowan (2001) varía entre 3 y 5 representaciones. Por otro lado, la inteligencia fluida se define como la habilidad para razonar y resolver nuevos problemas (Jaeggi, Buschkuhl, Jonides & Perrig, 2008), en los que conocimientos de tipo declarativo son de poca importancia. Por otro lado, se ha propuesto que la PAA evalúa habilidades generales de razonamiento en contextos verbales y matemáticos (Programa Permanente de la PAA, 2014), de manera que el constructo que subyace a la PAA será denominado R_{PAA} . Muchos estudios han demostrado que diferencias individuales en la capacidad de memoria de trabajo predicen habilidades de razonamiento e inteligencia fluida (Engle, 2002; Kyllonen & Christal, 1990; Süß, Oberauer, Wittmann, Wilhelm, & Schulze, 2002). Además, se ha comprobado que la memoria de trabajo y la inteligencia fluida están altamente correlacionadas (Colom, et al., 2015).

Las relaciones citadas anteriormente sugieren que tanto la capacidad de memoria de trabajo como la inteligencia fluida predicen las puntuaciones de las personas en la PAA. Esta sugerencia se basa en que la capacidad de memoria de trabajo es el mejor predictor de

habilidades de razonamiento y en que estas son el componente subyacente tanto a la PAA como a la inteligencia fluida.

Desde 1960 se han desarrollado estudios de validez predictiva de la PAA (Bolaños & Rojas, 2013; Jiménez & Morales, 2010; Mainieri, 2011; Rojas, 2013; Rojas, 2014), sin embargo, es necesario fortalecer las evidencias de validez de constructo, entendida esta como una validez unificada que incluye consideraciones de contenido y de criterio en un marco de referencia de constructo para la evaluación empírica de las hipótesis, es decir, asume la relevancia y representatividad de los aspectos medidos, así como las relaciones con otros criterios externos de interés (Messick, 1989). De igual manera, en el ámbito internacional parece que también se conoce poco sobre la validez de constructo de las pruebas de admisión a las universidades, ya que se encuentran pocas referencias al respecto. Por lo tanto, conocer esta información ha sido de gran ayuda para comprender el papel de la memoria de trabajo e inteligencia fluida en el proceso de selección de estudiantes de la UCR y es un paso más hacia el aporte de evidencias de este tipo de validez de la prueba.

Como se describe y justifica en la metodología, este estudio utilizó una muestra de 114 estudiantes universitarios empadronados en diversas carreras de la UCR, que realizaron la PAA en el 2015. El presente es de tipo explicativo, ya que está dirigido al análisis de las variables por medio del sometimiento de hipótesis causales a prueba (Hernández, Fernández, & Baptista, 2006). Para la recolección de datos se utilizó la escala 3 de Cattell (Cattell & Cattell, 2005) para medir inteligencia fluida, y para medir memoria de trabajo se aplicaron las tareas complejas del Span de memoria de trabajo (CST, por sus siglas en inglés; Unsworth, Heitz, Schrock, & Engle, 2005) y una prueba de actualización de la memoria de trabajo (Rodríguez-Villagra, 2017).

Para el análisis de datos, se empleó la técnica estadística modelo de ecuaciones estructurales (SEM, por sus siglas en inglés). Esto, por medio de dos modelos, uno de medición y uno estructural. El primero, es aquel con el que se forman las variables latentes, el análisis que se realiza de este es un Análisis Factorial Confirmatorio (CFA, por sus siglas en inglés) (Beaujean, 2014) y el segundo contiene los efectos y relaciones entre las variables latentes, además de los errores de predicción (Beaujean, 2014; Ruíz, Pardo, & San Martín, 2010).

2. Marco de referencia

2.1. Antecedentes

En el ámbito internacional, se ha estudiado el papel de la memoria de trabajo y su relación con inteligencia fluida y razonamiento. Kane et al. (2005) en su revisión teórica del artículo de Ackerman, Beier y Boyle (2005), señalan que las diferencias individuales en la capacidad de memoria de trabajo podrían explicar tanto la habilidad de razonamiento, como la inteligencia general (factor g) (Engle, 2002; Kyllonen & Christal, 1990; Süß et al., 2002). Asimismo, Kane et al. (2005) afirman que esas diferencias en el desempeño en tareas de capacidad de memoria de trabajo predicen varias habilidades cognitivas como aprendizaje y razonamiento. Según el análisis que realizaron los mismos autores, la mayoría de la varianza compartida entre capacidad de memoria de trabajo y las habilidades cognitivas como el razonamiento refleja procesos atencionales de control y mantenimiento de la información.

También, Colom et al. (2015) analizaron las correlaciones entre inteligencia fluida y capacidad de memoria de trabajo en un grupo de 302 estudiantes universitarios, de los cuales el 77% eran mujeres y la edad media 19 años. Esto, con el fin de conocer si el desempeño en las tareas se ve afectado por el tiempo que tienen las personas para completar las tareas. Se dividió al grupo de participantes en tres diferentes condiciones (20 minutos, 30 minutos y 40 minutos), las mediciones se hicieron por medio de seis pruebas de memoria de trabajo y tres de inteligencia fluida. Los resultados mostraron que la correlación entre memoria de trabajo e inteligencia fluida no se ve afectada significativamente por el tiempo que tuvieron las y los participantes para completar las tareas, es decir, en las tres condiciones que se utilizaron para completar la prueba de inteligencia fluida, la correlación entre memoria de trabajo e

inteligencia fluida se mantiene similar, lo que aporta evidencia importante de la fuerte relación entre estos dos constructos.

Con respecto a las pruebas de admisión a las universidades y su validez de constructo, no se encuentran muchos estudios. A continuación, se presentan las investigaciones más relevantes.

Daneman y Hannon (2001) desarrollaron una investigación en la que se buscaba probar la validez de constructo de la Scholastic Aptitud Test (SAT), prueba utilizada en Estados Unidos para el ingreso a la educación superior. La investigación tenía como principal objetivo medir la capacidad de comprensión de lectura como función de las estrategias que las y los estudiantes usaban para resolver la prueba (Daneman & Hannon, 2001). Así, se plantearon las siguientes preguntas de investigación ¿Afecta al desempeño en la prueba las diferentes estrategias que utilicen las y los estudiantes? Y ¿Afecta a la validez de constructo de la prueba la estrategia particular que elija la persona? Para responder a esas preguntas, se manipularon las diferentes estrategias que se pueden utilizar para resolver la prueba. También se utilizó la memoria de trabajo como una de las formas de investigar la validez de constructo del SAT; esto por medio de las pruebas de Reading y Operation Span. La hipótesis planteada fue: si la correlación entre las medidas de memoria de trabajo y el resultado en la prueba difieren según la estrategia utilizada, significaría que la validez de la SAT sí varía en función de la estrategia utilizada.

En la investigación, se realizaron 3 experimentos en los que se utilizaron dos fórmulas del SAT, constituidas por 4 textos y 10 preguntas. En el primer experimento participaron 48 estudiantes universitarios, para el que las y los estudiantes fueron instruidos en 4 estrategias diferentes para completar la prueba. La estrategia 1 consistía en que las y los participantes

debían leer el texto completo y luego contestar las preguntas; en la 2 debían leer la mitad del texto y luego contestar las preguntas; en la 3 debían leer primero las preguntas y luego el texto completo; y en la estrategia 4 debían leer una pregunta e inmediatamente después buscar la respuesta en el texto y repetir el mismo procedimiento para cada pregunta.

En el segundo experimento, participó otro grupo de 48 estudiantes universitarios. Para este se mantuvieron las mismas condiciones del anterior, con la diferencia de que las y los participantes solamente podían utilizar dos estrategias diferentes, la estrategia 3 y la estrategia 4, así que resolvían 4 textos y sus respectivas preguntas con cada estrategia.

Finalmente, en el tercer experimento participó un nuevo grupo de 28 estudiantes universitarios. Para este se utilizó solamente una estrategia (diferente a las utilizadas en los experimentos 1 y 2), que consistía en que las y los participantes contestaran las preguntas sin leer el texto.

El primer experimento obtuvo como resultados que las estrategias que implicaban una lectura total (i.e., estrategias 1 y 3) del texto tienen una ventaja sobre las estrategias en las que se leía solo una parte del texto o no se leía el texto del todo (i.e., estrategias 2 y 4); sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas. En el mismo experimento, las medidas de memoria de trabajo indicaron que la tarea Reading Span correlaciona mejor con la estrategia 3 y peor con la estrategia 4. Esto era esperable, ya que, para la estrategia 3 al implicar una lectura completa del texto para luego contestar las preguntas, era indispensable el almacenamiento y la manipulación de la información; a diferencia de la estrategia 4 donde la memoria de trabajo no tenía un papel principal.

El experimento 2 demostró que las estrategias que involucraban una lectura completa del texto tenían mejores resultados que las que no tenían esta condición, es decir, la estrategia

3 es significativamente mejor que la estrategia 4 en este contexto. Con respecto a la correlación entre memoria de trabajo y el desempeño en la prueba según estrategia, hubo correlaciones altas en ambas condiciones.

Finalmente, los resultados en el experimento 3 señalan que el desempeño en las pruebas fue mucho más bajo cuando se utilizaba esta estrategia (contestar las preguntas sin leer el texto), que cuando se utilizaban las estrategias de los primeros dos experimentos. Por lo que, se encuentra evidencia de que la lectura del texto, ya sea parcial o completamente, sí es de gran ayuda para obtener mejores resultados. Además, en este caso la prueba Reading Span correlaciona alto con el desempeño en la SAT, lo que podría ser un aporte relevante para mi investigación, ya que esto da evidencias adicionales de que la capacidad de memoria de trabajo es predictora de otras habilidades además de la comprensión de lectura, por ejemplo, el razonamiento.

En el ámbito nacional, existen diversos estudios relacionados con la PAA (Bolaños & Rojas, 2013; Brizuela, et al., 2016; Brizuela & Montero, 2013; Jiménez & Morales, 2010; Mainieri, 2011; Montero et al., 2013; Rojas, 2013; Rojas, 2014), sin embargo, ninguno de estos ha estudiado el papel de la memoria de trabajo en relación con la PAA. De igual manera, a continuación, se presentan algunos de estos estudios que son de relevancia para la presente investigación, ya que nos da información importante sobre la PAA.

Rojas (2014) realizó un estudio que tenía como objetivo hallar evidencias de validez basada en la estructura interna de la PAA de la UCR. Para esto, utilizaron los datos de las personas que completaron el formulario 1 de la aplicación del 2012 de la PAA (8190 participantes). Para el análisis de los datos, se tomaron en cuenta las dos dimensiones de la PAA (Razonamiento en contexto matemático y verbal) y se ejecutó un CFA para comprobar si

los ítems se agrupan según la dimensión que se supone subyace a su elaboración. Se obtuvo como resultado un buen ajuste del modelo, en el que los ítems están asociados significativamente a las dimensiones establecidas.

Además, Rojas (2013) realizó un estudio de la validez predictiva de los componentes del promedio de admisión a la UCR utilizando el género y el tipo de colegio como variables independientes. Así, su principal objetivo era analizar la relación entre el rendimiento académico y los componentes del promedio de admisión. En este caso, se entiende por rendimiento académico el promedio ponderado del primer semestre de las y los estudiantes, tomando en cuenta la cantidad de créditos que hayan cursado.

Para el cumplimiento del objetivo, se llevaron a cabo tres modelos de regresión lineal. En el primero se tomó como variable dependiente el rendimiento académico y como variables independientes el género, el tipo de colegio de proveniencia (público o privado), el porcentaje de respuestas correctas en la PAA y la nota de presentación; en el segundo modelo las variables se mantuvieron igual, excepto que se dividió los porcentajes de respuestas correctas de la PAA en sus dos grandes dimensiones (verbal y matemática); y en el tercer modelo se tomaron en cuenta las mismas variables que en el modelo 2, pero se dividió la dimensión verbal en sus tres componentes al momento del estudio (completar oraciones, comprensión de lectura y analogías). En los resultados se observa que tanto la puntuación en la PAA, como la nota de presentación, el género y el tipo de colegio del que provenía son predictores del rendimiento académico en el primer semestre (en el que se supone miden las habilidades generales de razonamiento). Y de estos, la variable que mejor explicó la variabilidad del rendimiento académico fue la nota de presentación.

Asimismo, Jiménez & Morales (2010), realizaron un estudio cuyo principal objetivo era establecer el grado de validez predictiva que tiene el promedio de admisión sobre el logro académico y el promedio ponderado de los primeros dos años y medio de estudio en la UCR. Para esto, se utilizó una muestra de 4484 estudiantes que ingresaron a la UCR en 1999, de las siguientes áreas: artes, letras, ciencias básicas, ciencias sociales, agroalimentaria, ingeniería, ciencias económicas, educación y salud. Se utilizaron como variables predictoras el promedio en la educación diversificada, el promedio de admisión, el puntaje de la PAA, el porcentaje de respuestas correctas de analogías, porcentaje de respuestas correctas en comprensión de lectura, porcentaje de respuestas correctas en completar oraciones y porcentaje de respuestas correctas en los ítems del área verbal; y como variables dependientes el logro académico y el promedio de admisión. Se realizó un análisis de correlaciones simples bivariadas con el fin de encontrar el grado de asociación existente entre las variables predictoras y un análisis de regresión múltiple con el fin de encontrar la asociación entre todas las variables independientes y dependientes. Esto, tanto con la muestra completa, como con la muestra subdividida por las áreas de estudio mencionadas anteriormente.

En cuanto a los resultados, en las correlaciones bivariadas se encontró que todas las variables están correlacionadas entre sí, y la variable que presenta una correlación mayor con el logro académico es el promedio de la educación diversificada. En cuanto a las regresiones múltiples, se probaron modelos con la variable dependiente logro y otros con la variable dependiente promedio ponderado, los resultados señalan que se predice mejor el logro. Así, tomando en cuenta los modelos en los que la variable dependiente es el logro, las variables que mejor predicen el logro académico son los componentes del promedio de admisión (promedio de la educación diversificada y puntaje de la PAA),

Brizuela & Montero (2013), llevaron a cabo un estudio cuyo objetivo fundamental era identificar posibles variables predictoras del nivel de dificultad de los ítems de comprensión de lectura utilizados en la PAA. Se trabajó con 100 ítems de la PAA del 2011 que fue realizada por 37.937 estudiantes. Se utilizaron como variables predictoras la densidad proposicional, las negaciones, la estructura sintáctica, la dificultad del vocabulario, la presencia de elementos de realce, la abstracción del ítem y el grado de similitud entre opción correcta y texto relevante para resolver el ítem. Para separar los ítems en las variables mencionadas anteriormente, se acudió al criterio de jueces expertos. Los datos se analizaron mediante un modelo lineal logístico de rasgo latente y se obtuvo como resultado que el mejor predictor del nivel de dificultad de los ítems es la presencia de léxico difícil de comprender, asimismo, la cantidad de proposiciones y la estructura sintáctica también son buenos predictores.

2.2. Marco Conceptual

2.2.1. Prueba de Aptitud Académica de la UCR

La PAA se inspiró en el modelo del SAT utilizado en Estados Unidos (Montero, et al., 2013), sin embargo, en la actualidad la PAA y el SAT difieren en gran manera en cuanto a los ítems, de hecho, miden constructos distintos (Rojas, 2014)

Esta prueba ha sido utilizada para la selección de estudiantes de la universidad desde la década de 1960 (Programa permanente de la PAA, 2014) y se divide en dos áreas: el razonamiento verbal y el razonamiento matemático. Consta de 85 ítems de selección única, de los cuales 50 son de contexto verbal y 35 de contexto matemático, para los cuales los postulantes cuentan con un máximo de 3 horas para completar. De esos 85 ítems solamente se califican 70 (40 de contexto verbal y 30 del matemático), estos son los llamados ítems de

banco, los otros 15 ítems son experimentales, que se incorporan con el fin de obtener información relevante para calcular sus parámetros psicométricos y aquellos que presenten niveles adecuados de calidad técnica van a formar parte de los ítems de banco en la próxima prueba. Siempre se elaboran 4 fórmulas del examen, las cuales poseen alrededor de un 40% de ítems en común, los demás son diferentes, pero con el mismo nivel de dificultad (Programa permanente de la PAA, 2014).

Para entrar a una carrera en la UCR, se toma en cuenta el puntaje en la PAA junto con el promedio de notas de las materias de currículum básico de los dos últimos años de educación diversificada, creando así el promedio de admisión (Programa permanente de la PAA, 2014).

La PAA tiene como objetivo medir habilidades generales que se supone están implicados en el aprendizaje universitario, como la capacidad de razonamiento en ámbitos verbales y matemáticos. Además, existen evidencias de que uno de los constructos involucrados en la medición de la PAA es la inteligencia fluida (Montero et al., 2013). La PAA tiene como fin último elegir a las personas que tendrán una mayor probabilidad de éxito académico, entendiéndose como la cantidad de cursos aprobados (Rojas, 2013), ya que esto refleja un aprendizaje teórico y de habilidades relevantes (Powers & Dwyer, 2003).

2.2.2. Memoria de Trabajo

La memoria de trabajo se define como un proceso cognitivo que contiene una serie de mecanismos que son utilizados para mantener disponibles las representaciones seleccionadas con el fin de procesarlas cognitivamente después (Ecker et al., 2010), la memoria de trabajo implica además una manipulación de la información de esas representaciones (Oberauer et al.,

2008). Asimismo, la capacidad de memoria de trabajo es la cantidad máxima promedio de representaciones mentales que una persona puede mantener en su memoria de trabajo (Cowan, 2005); las investigaciones al respecto indican que esta varía entre 3 y 5 representaciones (Cowan, 2001).

Se ha encontrado evidencia de que las variaciones individuales en el desempeño en tareas que miden la capacidad de memoria de trabajo, predicen habilidades cognitivas como aprendizaje, comprensión y razonamiento (Kane et al., 2005). De hecho, la capacidad de memoria de trabajo correlaciona más fuerte con la habilidad de razonamiento que con pruebas de tiempo de respuesta, y hasta con otras pruebas relacionadas con memoria (Süß et al., 2002). Un aspecto relevante es que las representaciones en la memoria de trabajo deben ser actualizadas constantemente (Ecker et al., 2010), es decir, la información que está siendo mantenida, debe ser continuamente actualizada (lo cual es un tipo de manipulación) para luego recuperar la información deseada. La actualización es uno de los tres factores (i.e., inhibición, actualización y desplazamiento de la atención) que reflejan diferencias individuales en funciones ejecutivas (Miyake et al., 2000).

2.2.3. Inteligencia Fluida

El constructo inteligencia fluida fue propuesto inicialmente por Raymond Cattell en la primera mitad del siglo XX (Cattell, 1943), y se define como la habilidad para razonar y resolver problemas nuevos y complejos sin tomar en cuenta los conocimientos adquiridos previamente; utilizando operaciones como formación de conceptos, categorización y razonamiento (Jaeggi et al., 2008; Kvist, & Gustafsson, 2008). Este es crucial para una gran cantidad de procesos cognitivos, es uno de los factores más importantes involucrados con el

aprendizaje. Además, está relacionado con el éxito profesional y académico (Jaeggi et al., 2008), el razonamiento abstracto y la resolución de problemas (Primi, 2014). Por ende, este constructo se considera esencial para el entendimiento de la inteligencia como tal y de las funciones ejecutivas,

La inteligencia fluida se diferencia de la inteligencia cristalizada, en que la segunda, se adquiere con la educación y la experiencia y se asocia principalmente al conocimiento y habilidades verbales (Kvist & Gustafsson, 2008), y la inteligencia fluida como ya se mencionó se refiere a la capacidad de razonar en torno a situaciones novedosas para la persona.

2.2.4. Relaciones hipotéticas entre PAA, Memoria de Trabajo e Inteligencia Fluida

La PAA tiene como objetivo seleccionar a las y los estudiantes con mayor probabilidad de éxito en la UCR, y esto se mide a partir de habilidades de razonamiento (Rojas, 2013). Esto es precisamente lo que relaciona a la PAA con memoria de trabajo e inteligencia fluida; ya que se ha comprobado que el constructo de razonamiento está teórica y empíricamente relacionado con la inteligencia fluida y la memoria de trabajo. Según Jaeggi, et al. (2008) la inteligencia fluida está constituida por elementos relacionados con el razonamiento y en algunos textos se mencionan como constructos isomórficos (Kane et al., 2005). También, se ha comprobado que las diferencias individuales en la capacidad de memoria de trabajo parecen explicar la capacidad de razonamiento (Engle, 2002; Kyllonen & Christal, 1990; Süß et al., 2002).

El programa de pruebas específicas del IIP construyó una prueba de razonamiento con figuras (Castelain, Villarreal-Galera, Molina-Gallardo, & Rodríguez-Villagra, Sometido) que pretende medir inteligencia fluida por medio de la medición de las aptitudes de razonamiento

abstracto de los individuos. Con relación a esto, Montero, et al. (2013) señala que las correlaciones entre la prueba de razonamiento con figuras y el puntaje en la PAA son casi idénticas en dos muestras de población cualitativamente diferentes (estudiantes de colegios ubicados en el gran área metropolitana y estudiantes de 3 colegios indígenas). Esto nos demuestra que existe una relación de importancia entre el constructo que mide la PAA y la inteligencia fluida.

Por otra parte, la actualización en la memoria de trabajo ha evidenciado ser hasta el momento el mejor predictor de inteligencia fluida (Friedman et al., 2006; Miyake et al., 2000). En otros estudios se ha demostrado que estos comparten un alto porcentaje de varianza (Kane et al., 2005).

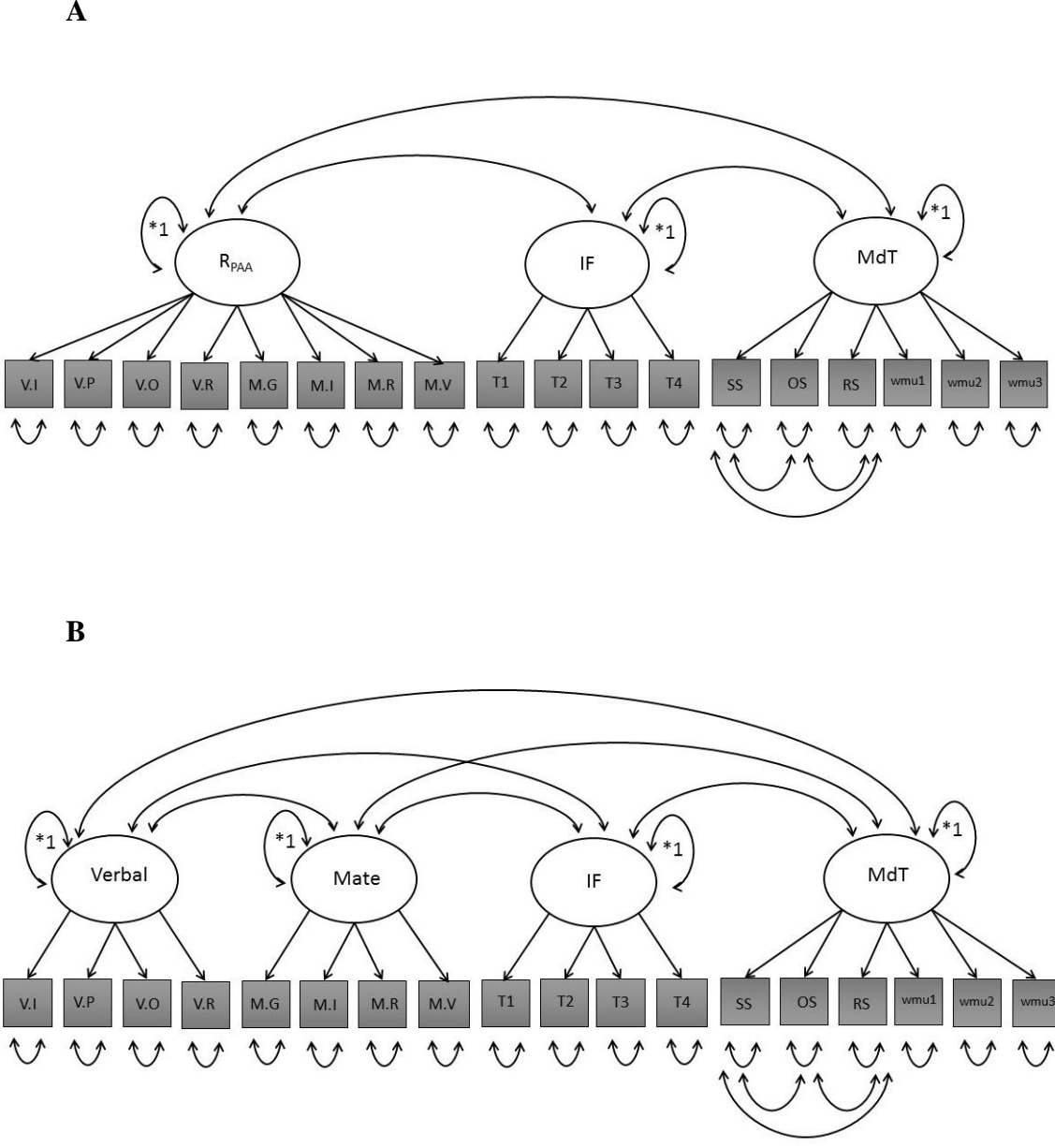
A partir de esta información, la presente investigación pretende conocer el nivel de predicción del desempeño en pruebas de capacidad de memoria de trabajo sobre las puntuaciones en la PAA; del desempeño en pruebas de inteligencia fluida sobre las puntuaciones en la PAA; y del desempeño en pruebas de capacidad de memoria de trabajo sobre los resultados en pruebas de inteligencia fluida.

Se ha evaluado la posibilidad de que la PAA sea bidimensional (Verbal y Matemático), y se ha encontrado que un modelo bidimensional tiene una leve ventaja sobre un modelo unidimensional (Rojas, 2014); sin embargo, los resultados no son concluyentes. Por esta razón, en el presente estudio se analizaron modelos con las dos posibles estructuras de la PAA.

El análisis estadístico se trabajó a partir de un SEM para el que se estimaron primero dos modelos de medición que suponen todas las posibles correlaciones y con los cuales se llevó a cabo un CFA (Beaujean, 2014). El primer modelo de medición asume que la PAA es unidimensional (Figura 1A) y el segundo modelo de medición asume que la PAA es

bidimensional (Figura 1B). Asimismo, la Figura 1C muestra el SEM derivado a partir del segundo modelo de medición. Los SEMs reflejan las relaciones causales hipotéticas entre las variables latentes.

Figura 1. Modelo de medición PAA unidimensional, modelo de medición PAA bidimensional y SEM, PAA bidimensional.



C

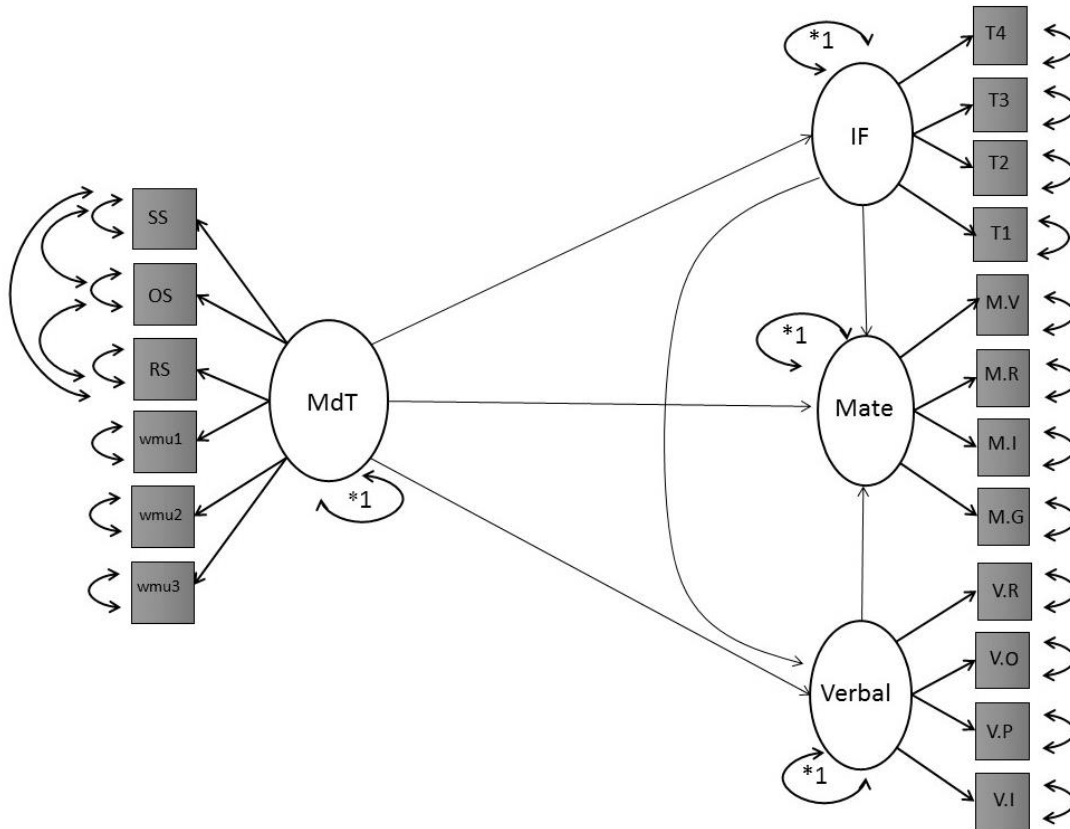


Figura 1. Las elipses representan las variables latentes (Verbal: ítems de razonamiento verbal en la PAA; Mate: ítems de razonamiento matemático en la PAA; IF: Inteligencia fluida (Cattell); y MdT: Capacidad de memoria de trabajo (CST y actualización de la memoria de trabajo). Los cuadrados representan las variables manifiestas que se utilizan para la estimación de las variables latentes (i.e., V.I: Categoría verbal PAA, Identificar Marcadores; V.P: Categoría verbal PAA, Parafrasear; V.O: Categoría verbal PAA, Oponer; V.R: Categoría verbal PAA, Reducir; M.G: Categoría matemática PAA, Generalización; M.I: Categoría matemática PAA, Indagación; M.R: Categoría matemática PAA, Representación; M.V: Categoría matemática PAA, Verificación; T1: Series; T2: Clasificación; T3: Matrices; T4: Condiciones; SS: Symmetry Span; OS: Operation Span; RS: Reading Span; WMU.1: Parcela 1 de la prueba de actualización de la memoria de trabajo; WMU.2: Parcela 2 de la prueba de actualización de la memoria de trabajo; WMU.3: Parcela 3 de la prueba de actualización de la memoria de trabajo).

Las flechas bidireccionales denotadas con un el número 1 indican que la varianza de la respectiva variable latente será fijada a 1. En los modelos de medición, utilizados para el CFA, las flechas bidireccionales entre variables latentes representan sus correlaciones. Los SEMs, establecen relaciones de causalidad que reflejan las relaciones hipotéticas entre las variables latentes, la flecha unidireccional de una variable latente hacia otra variable latente representa una predicción hipotética. En los SEM se asume que las flechas unidireccionales que parten de las variables latentes hacia sus respectivos indicadores son las que explican su variabilidad. Asimismo, las flechas bidireccionales en cada uno de los indicadores representan la varianza de error, y las flechas bidireccionales entre indicadores representan una correlación entre los mismos. La correlación especificada entre Reading Span, Operation Span y Symmetry Span se debe a que estas pruebas contienen material irrelevante, a diferencia de la prueba de actualización de la memoria de trabajo, por lo que es importante hacer la diferenciación.

3. Problema de investigación

La PAA tiene una alta relevancia a nivel nacional por ser la que define quienes pueden ingresar tanto a la educación superior como a la carrera deseada en la UCR, y ser una prueba que brinda información sobre la probabilidad de éxito académico en la Universidad (Rojas, 2013). Si bien cuenta con diversos estudios sobre su validez, es necesaria la investigación sobre el constructo que evalúa, que en principio se plantea es el razonamiento. Tomando en cuenta que la investigación actual en memoria de trabajo e inteligencia fluida da evidencia de que ambos constructos se relacionan altamente con la habilidad de razonamiento, se esperaría que estos logren predecir las puntuaciones en la PAA. Un estudio de este tipo vendría a aportar a las evidencias de validez de constructo de la PAA.

Con base en este panorama se plantean las siguientes preguntas ¿Diferencias individuales en memoria de trabajo e inteligencia fluida predicen las puntuaciones en la PAA?, ¿Cuál es el nivel de predicción del desempeño en pruebas de memoria de trabajo sobre la PAA?, ¿Cuál es el nivel de predicción del desempeño en pruebas de inteligencia fluida sobre la PAA?, ¿Cuál es el nivel de predicción del desempeño en pruebas de memoria de trabajo sobre la inteligencia fluida?

4. Hipótesis

H_{i1}: Diferencias individuales en la capacidad de memoria de trabajo predicen las puntuaciones en la PAA. (Ver Figura 1C)

H_{i2}: Diferencias individuales en inteligencia fluida predicen las puntuaciones en la PAA. (Ver Figura 1C)

H_{i3}: Diferencias individuales en capacidad de memoria de trabajo predicen el desempeño en pruebas de inteligencia fluida. (Ver Figura 1C)

5. Objetivos

General

Evaluar si las diferencias individuales en pruebas de capacidad de memoria de trabajo e inteligencia fluida predicen las puntuaciones en la PAA.

Específicos

1. Conocer el nivel de predicción del desempeño en pruebas de capacidad de memoria de trabajo sobre las puntuaciones en la PAA.
2. Conocer el nivel de predicción del desempeño en pruebas de inteligencia fluida sobre las puntuaciones en la PAA.
3. Conocer el nivel de predicción del desempeño en pruebas de capacidad de memoria de trabajo sobre los resultados en pruebas de inteligencia fluida.

6. Descripción del estudio

6.1. Diseño metodológico

La presente investigación evaluó la relación entre la memoria de trabajo e inteligencia fluida y el R_{PAA} ; así, el tipo de estudio, en relación con los alcances deseados, es de tipo explicativo. Este tipo de investigación tiene como objetivo el análisis de las variables por medio del sometimiento de hipótesis causales a prueba (Hernández, Fernández, & Baptista, 2006).

Para esto se utilizó la técnica SEM, la cual estima el efecto y las relaciones entre múltiples variables latentes. Las variables latentes son aquellas cuyos valores no pueden ser directamente observados, así que se deben inferir a partir de los valores de una o más variables manifiestas (i.e., variables que pueden ser directamente observadas y cuantificadas; Beaujean, 2014). Los SEMs permiten proponer el tipo y la dirección de las relaciones que se espera encontrar entre cada variable latente y las variables observadas, y la relación entre las diferentes variables latentes. La especificación del modelo estadístico debe estar estrechamente relacionada con la perspectiva teórica en la que se fundamenta el estudio (Ruíz, et al., 2010)

En los SEMs usualmente se estiman dos modelos: el de medición y el modelo estructural. El primero, se emplea para evaluar si las variables observadas permiten la adecuada estimación de cada una de las variables latentes y para examinar si las relaciones entre las variables latentes son consistentes con el modelo teórico-empírico propuesto en esta investigación (Beaujean, 2014). El modelo de medición incluye, únicamente, correlaciones entre las variables latentes; la técnica que permite estimar la idoneidad de este modelo es el

CFA. El segundo contiene los efectos y relaciones entre las variables latentes, es decir, establece relaciones de causalidad (Beaujean, 2014; Ruíz, et al., 2010).

6.2. Participantes

Esta investigación contó con la participación de 134 estudiantes de la UCR. De este total, 10 estudiantes no completaron las pruebas necesarias, 8 no completaron correctamente las pruebas y de 2 no hubo coincidencia entre el número de carné y el examen de admisión del 2015. Así, la muestra final incluye medidas de memoria de trabajo, inteligencia fluida y R_{PAA} de 114 participantes con una media de edad de 19.03 años ($DE= 2.82$), de los cuales 60 son mujeres con una media de edad de 19.15 años ($DE= 3.63$) y 54 hombres con una media de edad de 18.90 años ($DE= 1.48$). Las y los participantes de este estudio realizaron la PAA en el 2015 y son estudiantes activos de las siguientes áreas: Ciencias Sociales (53%), Ingenierías (19%), Salud (11%), Ciencias Básicas (9%), Artes y letras (6%), Ciencias Agroalimentarias (2%).

La participación en el estudio fue de manera voluntaria. El proceso de reclutamiento incluyó: a) la visita de la sustentante a diversos cursos con el propósito de presentarles los objetivos del estudio y recolectar los correos electrónicos de las personas interesadas en participar; y b) por medio de afiches informativos colocados en diversos puntos de la Universidad.

Las puntuaciones obtenidas por las y los estudiantes en la PAA fueron facilitadas por el Programa Permanente de la PAA de la UCR.

6.3. Instrumentos

6.3.1. Capacidad de Memoria de trabajo

Se utilizaron dos pruebas para medir memoria de trabajo. Una de estas fue las CST, que incluye las medidas de Automated Operation Span, que consiste en recordar letras mientras resuelven operaciones matemáticas (Castelain & Ortíz, 2014); Automated Reading Span, que consiste en recordar letras mientras leen frases (Castelain & Ortíz, 2014); y Automated Symmetry Spam, que consiste en recordar la secuencia de cuadros rojos dentro de una matriz, mientras ejecutan una tarea donde deben evaluar la simetría (Castelain & Ortíz, 2014). Estas fueron desarrolladas por Unsworth, et al. (2005) y traducidas al español por Castelain & Ortíz (2014). Las 3 pruebas miden la capacidad de memoria de trabajo, y se ha reportado en la literatura una consistencia interna que oscila entre .70 y .90 (Conway et al., 2005; Kane et al., 2005; Redick et al., 2012); además, un alfa de cronbach de aproximadamente .80 (Ecker et al., 2010). En este caso, se utilizaron 15 ensayos o ítems de cada una de las medidas. En el apéndice 4 se encuentran ejemplos de las CST.

También se utilizó la prueba de actualización de la memoria de trabajo (Rodríguez-Villagra, 2017). Esto con el fin de utilizar los resultados de las CST para recolectar evidencias de validez, ya que esta fue creada recientemente como parte del proyecto 837-B4-33: “Capacidad de memoria de trabajo: Causas de olvido y procesos inhibitorios”. Se espera que en el CFA esta cargue en el mismo factor que las CST y así tener evidencias de que el nuevo paradigma es un indicador de capacidad de memoria de trabajo. La prueba consiste en una secuencia de matrices de 5x5; en una de las casillas aparece una figura, luego esta desaparece e inmediatamente después aparece una flecha que indica hacia cuál casilla se debe mover mentalmente la figura, lo mismo 2 veces más (actualización); y esto se repite con dos figuras

más antes de que la persona deba recuperar la información. La fase de recuperación consiste en que las y los participantes deben recordar la última casilla a la que se movió cada figura. Para esta prueba, se utilizaron 47 ensayos, es decir, lo explicado anteriormente se repite 47 veces. En el apéndice 3, se encuentra un ejemplo de la tarea.

6.3.2. Inteligencia Fluida

Para medir el constructo de inteligencia fluida se aplicó la prueba de Cattell (Escala 3) (Cattell & Cattell, 2005), que según Colom y García-López (2002), al utilizar distintas medidas, por medio de los 4 sub escalas (Test 1, Test 2, Test3, Test4) es una de las mejores representaciones de la inteligencia fluida. Esta es una tarea de “papel y lápiz” que tiene una duración de 12 minutos y medio en total y contiene 50 ítems divididos en 4 sub escalas.

El Test 1, “series”, contiene 13 ítems. En cada uno, del lado izquierdo se presentan 3 casillas con imágenes que siguen un cierto orden y un espacio vacío, y del lado derecho 6 casillas con imágenes como opciones de respuesta. Para resolver los ítems de esta subescala, es necesario abstraer cuál es la regla que subyace a cada serie y con base a esa regla escoger la respuesta correcta. Las y los participantes contaron con un tiempo máximo de tres minutos para responder a esta sub escala.

El Test 2, “clasificación”, contiene 14 ítems. En cada uno, se presenta una sola fila de 5 casillas con imágenes, de las cuáles se debe seleccionar las dos imágenes que tienen alguna similitud. Para responder a esta sub escala, las y los participantes contaron con un tiempo máximo de cuatro minutos.

El Test 3, “matrices”, contiene 13 ítems. En cada uno, del lado izquierdo se presenta una matriz con cierta cantidad de cuadros, y del lado derecho 6 casillas con imágenes como opciones de respuesta. Para resolver los ítems, se debe descifrar la secuencia entre cada cuadro

de la matriz y elegir de las 6 opciones la casilla que cumpla con la regla y complete la matriz. Las y los participantes contaron con un tiempo máximo de 3 minutos para responder a esta sub escala.

El Test 4, “condiciones”, contiene 10 ítems. En cada uno, del lado izquierdo se presenta una casilla con una imagen, y del lado derecho 5 casillas con imágenes como opciones de respuesta. En este caso, para resolver los ítems, se debe elegir entre las opciones la imagen que cumple con la condición especificada en la casilla de la izquierda. Para responder a esta sub escala, las y los participantes contaron con 2 minutos y medio.

Para cada ítem se otorgó un punto únicamente a las respuestas correctas. En el apéndice 2 se encuentran ejemplos de los ítems de cada una de las sub escalas descritas anteriormente.

6.3.3. Prueba de Aptitud Académica

El Programa Permanente de la Prueba de Aptitud Académica facilitó las puntuaciones de las y los participantes en la PAA. Específicamente, la información obtenida fueron 8 parcelas² para cada uno de las y los participantes que corresponden a las 8 categorías de ítems especificadas por el Programa Permanente de la Prueba de Aptitud Académica, 4 del área verbal (Identificar Marcadores, Parafrasear, Oponer y Reducir) y 4 del área matemática (Generalización, Indagación, Representación y Verificación).

² Variable manifiesta compuesta por el promedio de dos o más ítems (Little, Cunningham, Shahar, & Widaman, 2002)

6.4. Procedimiento experimental.

La recolección de información se llevó a cabo en el Laboratorio de cognición del Instituto de Investigaciones Psicológicas de la UCR, donde se llevaron a cabo máximo 4 aplicaciones simultáneamente. En todos los casos se mantuvo un ambiente silencioso y tranquilo, evitando la presencia de cualquier tipo de distracción.

Las evaluaciones se realizaron en dos sesiones de aproximadamente 1 hora cada una, en las cuales se aplicaron las pruebas de memoria de trabajo e inteligencia fluida. Al inicio de la primera sesión, se les entregó el consentimiento informado a las y los participantes, con el fin de que lo leyeran e hicieran preguntas si fuera necesario. El consentimiento informado se encuentra en el apéndice 1.

Con el fin de contrabalancear la aplicación de las pruebas, las personas que tenían asignado un número de participante impar iniciaron con la prueba de inteligencia fluida y las CST; y quienes tenían asignado un número de participante par realizaron la prueba de actualización de la memoria de trabajo en la primera sesión.

6.5. Manejo de datos

Como se indica en el consentimiento informado, la información del presente estudio está sujeta a un criterio de estricto anonimato. El acceso a las bases de datos se mantuvo restringido a la sustentante y al director de tesis. Bajo ninguna circunstancia será posible ligar los resultados a una persona en particular ya que los datos que permiten la identificación fueron eliminados de las bases de datos y reemplazados con un identificador numérico.

Asimismo, los resultados de cada persona en los ítems de la PAA fueron proporcionados mediante parcelas, una por categoría, 4 correspondientes al área de

matemática y 4 al área verbal, por lo que no es posible identificar cuáles fueron las opciones seleccionadas por los participantes ni cómo fueron calificadas sus escogencias de respuesta.

Los resultados de la investigación podrán ser publicados en revistas científicas y ser utilizadas para futuros análisis, siempre y cuando se garantice el anonimato de cada participante.

6.6. Análisis de la información.

6.6.1. Preparación de los datos

De los 124 participantes que sí completaron las dos sesiones, se eliminaron 10 personas por diversas razones.

En la prueba de actualización de la memoria de trabajo 4 personas no obtuvieron al menos un 70% de aciertos durante el periodo de actualización, por lo que se descartaron, ya que no estaban cumpliendo con los criterios de la prueba. Además, se eliminó al 1.4% de los tiempos de reacción de la prueba, ya que eran iguales o menores a 300ms. Esto debido a que se ha mostrado que el procesamiento cognitivo sumado a la coordinación viso-motora suele presentar tiempos de integración de la información que superan a ese umbral (Gentsch, Weber, Synofzik, Vosgerau, & Schütz-Bosbach, 2016; Tovée, 1994).

En el Reading Span de las CST, se descartaron 3 participantes, debido a que no cumplieron con el criterio de tener al menos el 80% de respuestas correctas en la sección de responder si las oraciones tenían sentido o no; y se descartó 1 participante por no cumplir con el mismo criterio en la sección de responder si la figura era simétrica o no de la tarea Symmetry Span. Este criterio se utilizó para asegurarse de que los participantes resuelvan la tarea con eficacia (Redick, et al., 2012; Unsworth, et al., 2005).

Por último, se descartaron 2 participantes debido a que no se encontró coincidencia en las bases de datos del Programa Permanente de la PAA del número de carné con el resultado en la prueba de admisión del 2015. Por lo tanto, se trabajó con una muestra de 114 participantes.

Seguidamente, se procedió a crear las parcelas necesarias para el CFA y el SEM. Para la elaboración de todas las parcelas, se utilizó la proporción de respuestas correctas en la prueba. Así, para la prueba de actualización de memoria de trabajo se crearon 3 parcelas; para las CST 3 parcelas (1 para cada una de las sub pruebas); para la prueba de Cattell 4 parcelas (1 para cada test); y para el R_{PAA} fueron proporcionadas 8 parcelas (4 para el área matemática y 4 para el área verbal).

6.6.2. Análisis de resultados

El ajuste de cada modelo respecto a los datos, se juzgó mediante los siguientes índices: el estadístico χ^2 , en el que un valor $p > .05$ indica que el modelo se ajusta bien a los datos (Kaplan, 2000), el *root mean square error of approximation* (RMSEA) cuyos valores menores o iguales a .06 se consideran aceptables (Steiger & Lind, 1980), el *comparative fit index* (CFI; Bentler, 1990), y el *Tucker-Lewis index* (TLI; Beaujean, 2014) en donde valores superiores a .95 indican un excelente ajuste. Asimismo, para la comparación de modelos también se utilizó el criterio de información de Akaike (AIC, por sus siglas en inglés; Akaike, 1973) y el criterio de información Bayesiana (BIC, por sus siglas en inglés; Schwarz, 1978), que estiman la discrepancia entre los modelos estimados, en donde modelos con valores menores indican un mejor ajuste. En todos los modelos las varianzas de las variables latentes serán fijadas a 1.0 (ver Figura 1 A, B y C).

Se realizaron 2 CFAs (Figuras 1A y B), que muestran las posibles correlaciones entre las variables latentes del modelo lo cual permitió evaluar si los constructos propuestos explican de manera satisfactoria las puntuaciones de las y los participantes en las variables manifiestas. A partir de los índices de ajuste, se compararon los 2 modelos y el modelo ganador fue el que presenta una estructura bidimensional de la PAA (Figura 1B).

Seguidamente, se elaboró un SEM (Figura 1C) a partir del modelo de medición ganador, el cual refleja las relaciones causales hipotéticas entre las variables latentes.

Los análisis estadísticos se realizaron con el lenguaje de programación estadística R (R Core Team, 2015), y se emplearon los paquetes lavaan (Rosseel, 2012), semTools (Pornprasertmanit, Miller, Schoemann & Rosseel, 2014) y semPlot (Epskamp, 2014).

7. Resultados

Los resultados de la investigación se presentarán en tres partes. En la primera se presentarán los estadísticos descriptivos. En la segunda parte se presentarán los resultados del CFA. Y en la tercera, se presentarán los resultados del SEM.

7.1. Estadísticos descriptivos

La Tabla 1 contiene los estadísticos descriptivos (i.e., media y desviación estándar), los coeficientes de consistencia interna Alfa de Cronbach y las correlaciones para cada una de las variables manifiestas.

Con respecto a los Alfa de Cronbach, la Tabla 1 muestra que todas las pruebas de memoria de trabajo presentan un coeficiente de consistencia interna aceptable. En el caso de Cattell, cada uno de los tests por separado presentan un coeficiente de consistencia interna deficiente, y a pesar de que el Alfa de Cronbach de Cattell total aumenta, este no llega a ser un valor aceptable.

El coeficiente de consistencia interna de las dimensiones verbal y matemática de la PAA no se pudo estimar, debido a que únicamente fueron proporcionadas las parcelas, por lo que no se cuenta con los ítems por separado.

Además, la Tabla 1 muestra las correlaciones entre las variables manifiestas. Entre las CST, todas las correlaciones son positivas y con una magnitud de leve a moderada. Entre los tests de Cattell, en todos los casos las correlaciones son positivas y leves, excepto la correlación del Test 2 con el Test 3 y 4, que no presenta correlaciones estadísticamente significativas. La prueba de Cattell total presenta correlaciones positivas y moderadas con cada uno de los Tests que la componen.

En cuanto al área de razonamiento verbal de la PAA, en todos los casos las correlaciones son positivas y leves. En el área de razonamiento matemático de la PAA, todas las correlaciones son de leves a moderadas. Adicionalmente, como muestra la Tabla 1, la prueba de actualización de memoria de trabajo y las CST correlacionan positivamente con una magnitud de leve a moderada. Dentro de las categorías del R_{PAA} , las correlaciones que son estadísticamente significativas tienen una magnitud leve y en algunos casos las categorías del área verbal con el área matemática no correlacionan de manera significativa.

La prueba de actualización de memoria de trabajo correlaciona positivamente con los Tests de Cattell y con Cattell total, con valores de leves a moderados; Reading Span no correlaciona de manera significativa con el Test 3; Operation Span solamente presenta una correlación estadísticamente significativa con el Test 2; Symmetry Span no correlaciona de manera significativa con el Test 2.

Con respecto a las correlaciones entre capacidad de memoria de trabajo y R_{PAA} , del área verbal, la prueba de actualización de memoria de trabajo presenta una correlación positiva y leve con Reducir; Reading Span presenta una correlación positiva y leve con Oponer; Operation Span presenta una correlación positiva y leve con Parafrasear, Symmetry Span no correlaciona significativamente con ninguna de las variables. Del área matemática, la prueba de actualización de memoria de trabajo y las CST correlacionan positivamente con las 4 variables, con una magnitud de leve a moderada.

Con respecto a las correlaciones de inteligencia fluida y R_{PAA} , en el área verbal, Cattell total presenta correlaciones positivas de leves a moderadas con las 4 variables; el Test 1 correlaciona positivamente con Parafrasear y con Oponer, con una magnitud leve; el Test 2 correlaciona positivamente con las 4 variables, todas leves; el Test 3 no correlaciona

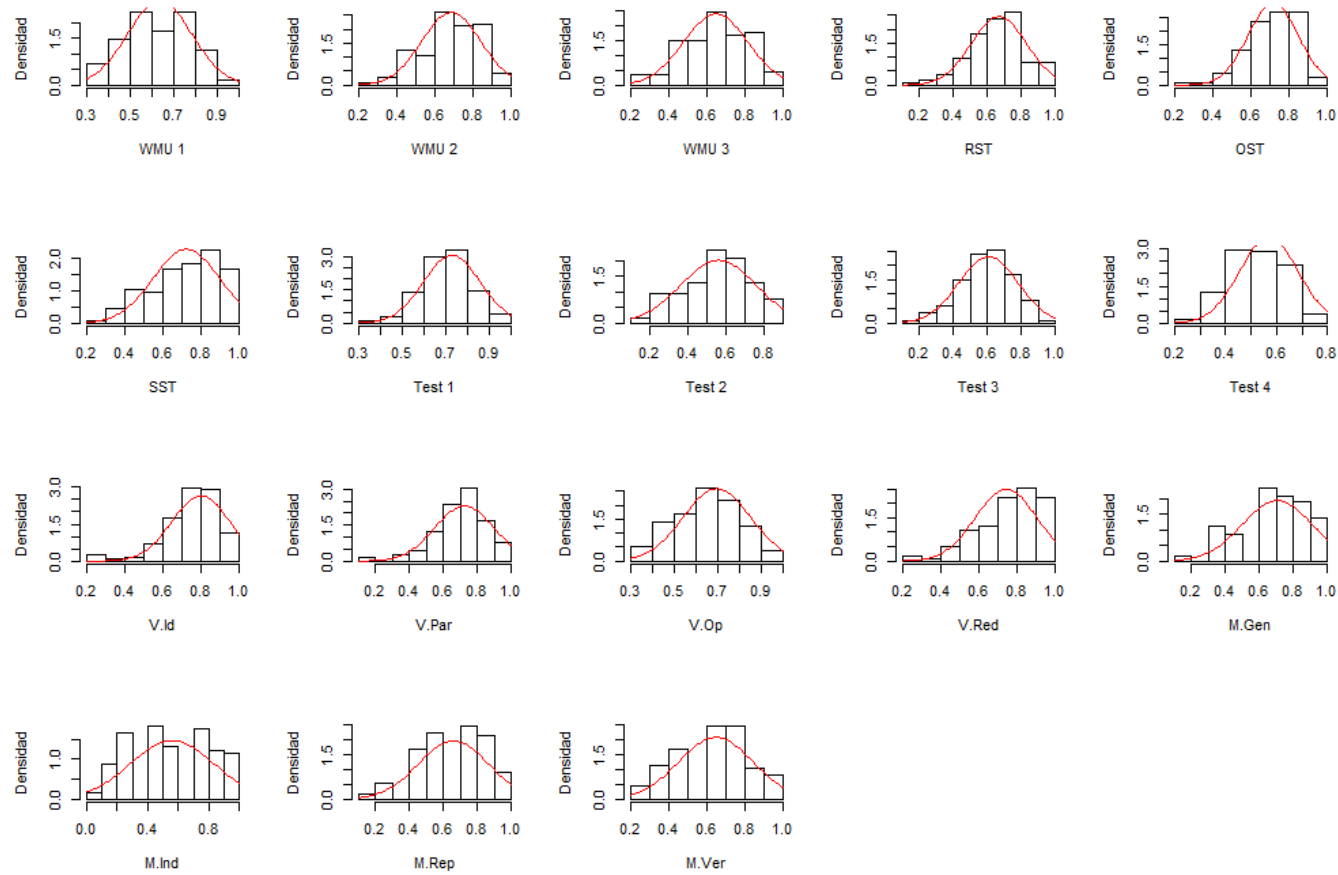
significativamente con ninguna de las 4 variables; el Test 4 correlaciona positivamente con Oponer y con Reducir, con una magnitud leve. En el área matemática, Cattell correlaciona positivamente con las 4 variables, con una magnitud leve.

Tabla 1. Medias, desviaciones estándar, alfas de cronbach y correlaciones entre las variables manifiestas.

Variables	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
1. WMU	1	.42**	.30**	.54**	.32**	.37**	.23*	.34**	.51**	.16	.18	.15	.22*	.24**	.39**	.42**	.30**	
2. RST		1	.51**	.46**	.22**	.34**	.02	.18*	.32**	.13	.17	.22*	.13	.33**	.23*	.37**	.26**	
3. OST			1	.30**	.09	.23*	.02	.03	.15	-.08	.19*	.16	.02	.31**	.31**	.32**	.29**	
4. SST				1	.19*	.16	.33**	.20*	.37**	-.02	.02	.05	.04	.23*	.27**	.40**	.20*	
5. T1					1	.23*	.24**	.24**	.60**	.04	.22*	.20*	.16	.22*	.32**	.26**	.34**	
6. T2						1	.14	.13	.63**	.27**	.25**	.27**	.22*	.31**	.25**	.33**	.30**	
7. T3							1	.31**	.66**	.04	.03	.03	.05	.23*	.26**	.38**	.31**	
8. T4								1	.60**	.05	.12	.19*	.21*	.17	.29**	.21*	.31**	
9. Cattell									1	.18*	.24**	.27**	.22*	.38**	.42**	.45**	.49**	
10. V. Id										1	.28**	.33**	.29**	.06	.18*	.15	.09	
11. V. Par											1	.44**	.42**	.15	.20*	.24**	.33**	
12. V. Op												1	.40**	.33**	.38**	.34**	.33**	
13. V. Red													1	.20*	.27**	.26**	.30**	
14. M. Gen														1	.44**	.42**	.56**	
15. M. Ind															1	.54**	.51**	
16. M. Rep																1	.44**	
17. M. Ver																	1	
M		.66	.67	.72	.72	.73	.56	.61	.67	.49	.80	.72	.69	.74	.70	.56	.66	.69
D.E.		.14	.16	.13	.17	.13	.20	.17	.11	.07	.15	.17	.15	.16	.21	.27	.21	.19
Alfa		.90	.79	.69	.71	.40	.48	.51	.35	.65	-	-	-	-	-	-	-	-

Notas. * $p < .05$; ** $p < .01$; WMU: Prueba de actualización de la memoria de trabajo; RST: Tarea Reading Span; OST: Tarea Operation Span; SST: Tarea Symmetry Span; T1: Test 1 de Cattell; T2: Test 2 de Cattell; T3: Test 3 de Cattell; T4: Test 4 de Cattell; Cattell: Media del test total; V. Id: Categoría verbal, Identificar Marcadores; V. Par: Categoría verbal, Parafrasear; V. Op: Categoría verbal, Oponer; V. Red: Categoría verbal, Reducir; M. Gen: Categoría matemática, Generalización; M. Ind: Categoría matemática, Indagación; M. Rep: Categoría matemática, Representación; M. Ver: Categoría matemática, Verificación.

Figura 2. Histogramas y función de densidad.



Notas. WMU1: Parcela 1 prueba de actualización de la memoria de trabajo; WMU2: Parcela 2 prueba de actualización de la memoria de trabajo; WMU3: Parcela 3 prueba de actualización de la memoria de trabajo; RST: Tarea Reading Span; OST: Tarea Operation Span; SST: Tarea Symmetry Span; T1: Test 1 de Cattell; T2: Test 2 de Cattell; T3: Test 3 de Cattell; T4: Test 4 de Cattell; Cattell: Media del test total; V. Id: Categoría verbal, Identificar Marcadores; V. Par: Categoría verbal, Parafrasear; V. Op: Categoría verbal, Oponer; V. Red: Categoría verbal, Reducir; M. Gen: Categoría matemática, Generalización; M. Ind: Categoría matemática, Indagación; M. Rep: Categoría matemática, Representación; M. Ver: Categoría matemática, Verificación.

La Figura 2 muestra los histogramas y las funciones de densidad en los cuales se puede observar la distribución de las variables. Asimismo, la Tabla 2 muestra los resultados de la prueba de normalidad Shapiro-Wilk para las variables manifiestas utilizadas en el estudio, donde un valor p menor a 0.05 indica desviación de la normalidad.

Según los resultados en la prueba de normalidad Shapiro-Wilk, solamente la prueba de actualización de la memoria de trabajo tiene una distribución normal; no obstante, la inspección visual de cada uno de los histogramas sugiere que no hay desviaciones severas del supuesto de la distribución de la normalidad de los datos. Esto puede deberse a que la prueba de Shapiro-Wilk es muy sensible al tamaño de la muestra, y presenta problemas cuando la muestra es mayor a 50 (Ghasemi & Zahedias, 2012).

Los histogramas también aportan información sobre la dificultad de las pruebas: los gráficos que se ven un poco sesgados hacia la derecha indican un nivel de dificultad bajo, mientras que los que están sesgados hacia la izquierda indican un nivel de dificultad alto. Lo esperable es que todos tengan datos bajos, intermedios y altos; es decir, que se distribuyan normalmente.

Tabla 2. Prueba de normalidad Shapiro-Wilk

VARIABLES	Estadístico	Valor <i>p</i>	Normalidad
1. WMU1	.98	.10	Sí
2. WMU2	.97	.04	No
3. WMU3	.98	.10	Sí
4. RST	.97	.04	No
5. OST	.95	.00	No
6. SST	.95	.00	No
7. T1	.93	.00	No
8. T2	.94	.00	No
9. T3	.95	.00	No
10. T4	.92	.00	No
11. V. Id	.87	.00	No
12. V. Par	.91	.00	No
13. V. Op	.95	.00	No
14. V. Red	.94	.00	No
15. M. Gen	.93	.00	No
16. M. Ind	.94	.00	No
17. M. Rep	.94	.00	No
18. M. Ver.	.95	.00	No

Notas. WMU1: Parcela 1 prueba de actualización de la memoria de trabajo; WMU2: Parcela 2 prueba de actualización de la memoria de trabajo; WMU3: Parcela 3 prueba de actualización de la memoria de trabajo; RST: Tarea Reading Span; OST: Tarea Operation Span; SST: Tarea Symmetry Span; T1: Test 1 de Cattell; T2: Test 2 de Cattell; T3: Test 3 de Cattell; T4: Test 4 de Cattell; Cattell: Media del test total; V. Id: Categoría verbal, Identificar Marcadores; V. Par: Categoría verbal, Parafrasear; V. Op: Categoría verbal, Oponer; V. Red: Categoría verbal, Reducir; M. Gen: Categoría matemática, Generalización; M. Ind: Categoría matemática, Indagación; M. Rep: Categoría matemática, Representación; M. Ver: Categoría matemática, Verificación.

7.2. Análisis factorial confirmatorio

El CFA muestra los parámetros estimados del modelo de medición (ver Figura 1A y B). Se procedió a evaluar un modelo unidimensional y un modelo bidimensional del constructo R_{PAA} con el fin de elegir el que mejor se ajusta a los datos. La Tabla 3 muestra el test de χ^2 , los índices de ajuste, el AIC y el BIC de ambos modelos. En cuanto al modelo unidimensional (Figura 1A), el valor *p* de la χ^2 es significativo, contrario a lo esperado, y los índices de ajuste son aceptables. El modelo bidimensional (Figura 1B) presenta un valor *p* de la χ^2 no significativo e índices de ajuste excelentes. De igual manera, el AIC y el BIC tienen

valores menores en el modelo bidimensional, dando mayor evidencia de que da un mejor ajuste con respecto a los datos que el modelo unidimensional.

Tabla 3. Índices de ajuste de los análisis factorial confirmatorio

Modelo	χ^2_{dif}	df_{dif}	p	CFI	TLI	RMSEA	CI	AIC	BIC
Modelo 1	-	-	-	.918	.903	.060	.038-.080	5305.24	5469.41
Modelo 2	37.437	3	.000	.971	.965	.036	.000-.061	5273.80	5446.18

Notas. Modelo 1= Modelo unidimensional ($\chi^2_{129} = 182.22, p = .001$); ; Modelo 2= Modelo bidimensional ($\chi^2_{126} = 144.78, p = .121$; χ^2 = Chi cuadrado; df = Grados de libertad de la chi cuadrada; p = Valor p de la chi cuadrada; CFI= Índice de ajuste comparativo; TLI= Índice de Tucker-Lewis; RMSEA= Error cuadrático medio de aproximación; CI= Intervalo de confianza del RMSEA; AIC = Criterio de información de Akaike; BIC= Criterio de información Bayesiano.

La Figura 3 muestra el resultado del CFA realizado con el modelo ganador. En esta se puede observar que todas las cargas factoriales son altas (i.e., $>.30$). En cuanto a las correlaciones entre las variables latentes, con excepción de la correlación entre capacidad de memoria de trabajo y el área de razonamiento verbal de la PAA (que fue menor de lo esperado), las correlaciones concuerdan con lo esperado. La correlación entre inteligencia fluida y el área de razonamiento verbal de la PAA es de .57; sin embargo, la correlación de la misma variable con el área de razonamiento matemático de la PAA es más alta de lo esperado (i.e., .87). Entre el área de razonamiento en contexto verbal de la PAA y el área de razonamiento en contexto matemático de la PAA es de .58, lo que es esperado ya que ambos deben estar midiendo habilidades de razonamiento, pero en diferentes áreas. Finalmente, las correlaciones entre las CST son de .43 (Operation Span y Reading Span), .27 (Symmetry Span y Reading Span), y .14 (Symmetry Span y Operation Span); esta última no es estadísticamente significativa.

Los índices de ajuste del modelo ganador son excelentes y con excepción de la correlación entre Symmetry Span y Operation Span, todos los parámetros del modelo de medición son estadísticamente significativos. Esto proporciona evidencia de que las variables manifiestas son adecuadas, lo cual es congruente con nuestras hipótesis iniciales.

Figura 3. Modelo de medición

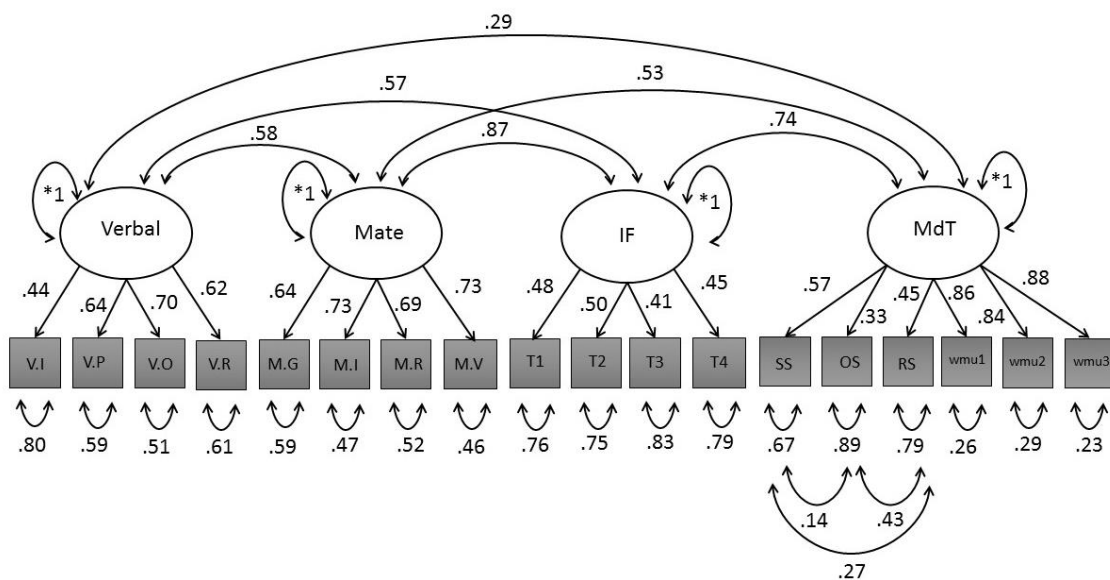


Figura 3. Las elipses representan las variables latentes (Verbal: ítems de razonamiento verbal en la PAA; Mate: ítems de razonamiento matemático en la PAA; IF: Inteligencia fluida (Cattell); y MdT: Capacidad de memoria de trabajo (CST y actualización de la memoria de trabajo). Los cuadrados representan las variables manifiestas que se utilizan para la estimación de las variables latentes (i.e., V.I: Categoría verbal PAA, Identificar Marcadores; V.P: Categoría verbal PAA, Parfrasear; V.O: Categoría verbal PAA, Oponer; V.R: Categoría verbal PAA, Reducir; M.G: Categoría matemática PAA, Generalización; M.I: Categoría matemática PAA, Indagación; M.R: Categoría matemática PAA, Representación; M.V: Categoría matemática PAA, Verificación; T1: Series; T2: Clasificación; T3: Matrices; T4: Condiciones; SS: Symmetry Span; OS: Operation Span; RS: Reading Span; WMU.1: Parcela 1 de la prueba de actualización de la memoria de trabajo; WMU.2: Parcela 2 de la prueba de actualización de la memoria de trabajo; WMU.3: Parcela 3 de la prueba de actualización de la memoria de trabajo).

7.3. Modelo de ecuaciones estructurales

Una vez estimado el modelo de medición y al tener un buen ajuste, se procedió a estimar el SEM. Como se puede observar en la Figura 2, existen leves desviaciones de la normalidad univariada y es posible que también las haya en la normalidad multivariada; por lo tanto, se procedió a comparar el método de estimación máxima verosimilitud (ML; por sus siglas en inglés) con el método máxima verosimilitud marginal (MLM; por sus siglas en inglés), el cuál es un estimador más robusto cuando existen desviaciones significativas del supuesto de la normalidad multivariada (Satorra & Bentler, 1994). Sin embargo, los índices de ajuste de ambos y los parámetros del modelo no fueron sustancialmente distintos, por lo que se continuó con el método ML.

El modelo (i.e., Figura 1C) muestra que el efecto de la capacidad de memoria de trabajo sobre verbal y matemático no son estadísticamente significativos. Debido a esto, el modelo anterior fue comparado con un modelo en el que estos parámetros fueron restringidos a 0. La Tabla 4 muestra el test de χ^2 , los índices de ajuste, el AIC y el BIC del modelo inicial (Figura 1C) y del modelo con las restricciones mencionadas anteriormente. Ambos modelos tienen un ajuste similar, el valor p de la χ^2 no es significativo y los índices de ajuste presentan un ajuste excelente. Sin embargo, El AIC y el BIC dan evidencia de que el modelo con las restricciones es el que mejor se ajusta a los datos, ya que tiene valores menores en ambos criterios.

Tabla 4. *Índices de ajuste de los modelos estructurales*

Modelo	χ^2_{dif}	df_{dif}	p	CFI	TLI	RMSEA	CI	AIC	BIC
Modelo 1	-	-	-	.971	.965	.036	.000-.061	-2070.57	-1898.19
Modelo 2	1.256	2	.533	.972	.967	.035	.000-.060	-2073.31	-1906.40

Notas. Modelo 1= Modelo sin restricciones ($\chi^2_{126} = 144.78, p = .121$); ; Modelo 2= Modelo con restricciones ($\chi^2_{128} = 146.04, p = .131$; χ^2 = Chi cuadrado; df = Grados de libertad de la chi cuadrada; p = Valor p de la chi cuadrada; CFI= Índice de ajuste comparativo; TLI= Índice de Tucker-Lewis; RMSEA= Error cuadrático medio de aproximación; CI= Intervalo de confianza del RMSEA; AIC = Criterio de información de Akaike; BIC= Criterio de información Bayesiano.

En congruencia con investigaciones previas, el efecto de la capacidad de la memoria de trabajo sobre inteligencia fluida es de .67 (Friedman et al., 2006; Miyake et al., 2000; Kane et al., 2005). El efecto de inteligencia fluida sobre el área de razonamiento verbal de la PAA es de .49 y sobre el área de razonamiento matemático de la PAA es de .70. El efecto del área de razonamiento verbal de la PAA sobre el área de razonamiento matemático de la PAA es de .23 y no es estadísticamente significativo.

Figura 4. Modelo estructural

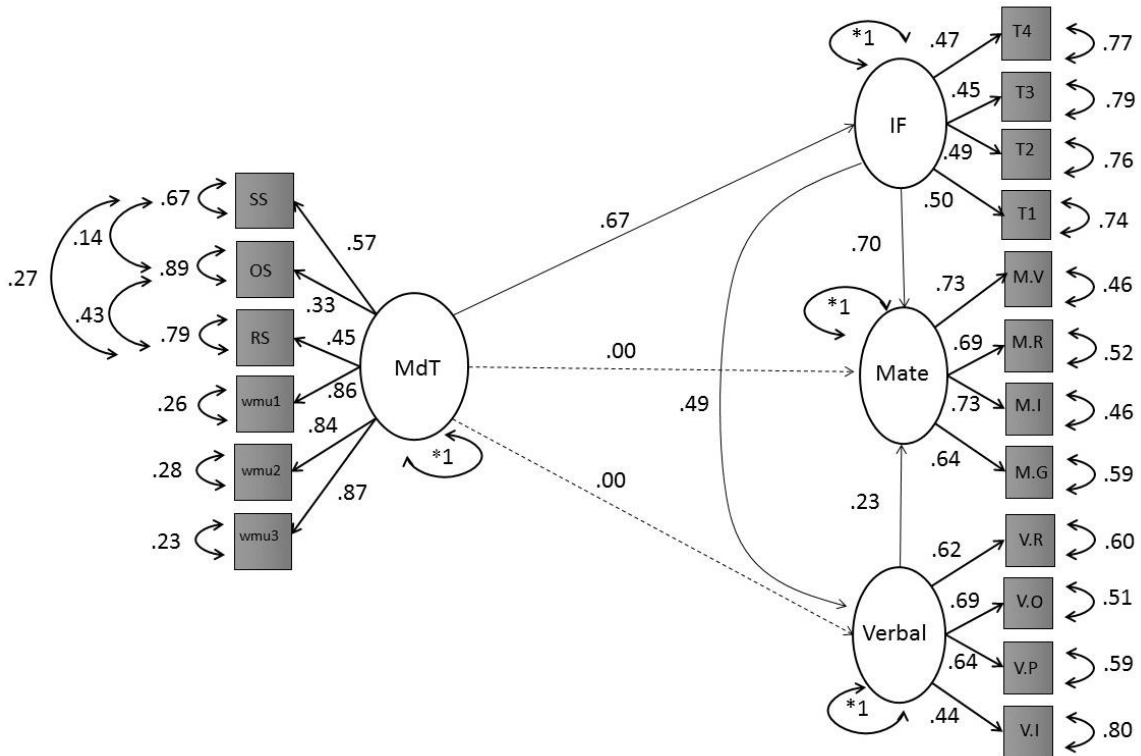


Figura 4. Las elipses representan las variables latentes (Verbal: ítems de razonamiento verbal en la PAA; Mate: ítems de razonamiento matemático en la PAA; IF: Inteligencia fluida (Cattell); y MdT: Capacidad de memoria de trabajo (CST y actualización de la memoria de trabajo). Los cuadrados representan las variables manifiestas que se utilizan para la estimación de las variables latentes (i.e., V.I: Categoría verbal PAA, Identificar Marcadores; V.P: Categoría verbal PAA, Parfrasear; V.O: Categoría verbal PAA, Oponer; V.R: Categoría verbal PAA, Reducir; M.G: Categoría matemática PAA, Generalización; M.I: Categoría matemática PAA, Indagación; M.R: Categoría matemática PAA, Representación; M.V: Categoría matemática PAA, Verificación; T1: Series; T2: Clasificación; T3: Matrices; T4: Condiciones; SS: Symmetry Span; OS: Operation Span; RS: Reading Span; WMU.1: Parcela 1 de la prueba de actualización de la memoria de trabajo; WMU.2: Parcela 2 de la prueba de actualización de la memoria de trabajo; WMU.3: Parcela 3 de la prueba de actualización de la memoria de trabajo).

8. Discusión

La PAA cuenta con varios estudios que se enfocan en recopilar evidencias de validez (Bolaños & Rojas, 2013; Brizuela, et al., 2016; Brizuela & Montero, 2013; Jiménez & Morales, 2010; Mainieri, 2011; Montero et al., 2013; Rojas, 2013; Rojas, 2014) y debido a que es una prueba que tiene consecuencias importantes en la vida académica de las y los estudiantes es necesaria la recolección continua y constante de evidencias que fortalezcan su validez (Messick, 1989). Así, con el objetivo de evaluar si diferencias individuales en pruebas de capacidad de memoria de trabajo e inteligencia fluida se asocian con las puntuaciones en la PAA se llevó a cabo un estudio retrospectivo en una muestra de 114 estudiantes universitarios que realizaron la PAA en el 2015. Con respecto a los resultados del estudio, es importante destacar lo siguiente.

Diferencias individuales en capacidad de memoria de trabajo no predicen las diferencias individuales en capacidad de razonamiento, tanto en contextos verbales como matemáticos. Los resultados arrojados por el modelo de medición (ver Figura 3) muestran una asociación entre capacidad de memoria de trabajo y el área de razonamiento verbal y matemática de la PAA. No obstante, en el SEM el efecto de la capacidad de memoria de trabajo sobre las variables latentes verbal y matemática desaparece, esto debido a que se está controlando el efecto atribuido a la inteligencia fluida; por esta razón, en el modelo final (ver Figura 4) se procedió a restringir a cero el efecto de la variable latente memoria de trabajo sobre las variables latentes verbal y matemática, logrando un mejor ajuste del modelo con respecto a los datos.

Diferencias individuales en inteligencia fluida predicen las habilidades de razonamiento en contextos verbales y matemáticos. Los resultados arrojados por el SEM

(Figura 4) muestran un efecto moderado de la inteligencia fluida sobre el razonamiento verbal (i.e., .49) y un efecto fuerte sobre el razonamiento matemático (i.e.,.70). Estos hallazgos proporcionan evidencia de que la inteligencia fluida es un componente sumamente importante de la PAA.

Diferencias individuales en capacidad de memoria de trabajo muestran un efecto fuerte sobre la inteligencia fluida (i.e., 0.67) sumándose a la gran cantidad de evidencia reportada en estudios previos (Friedman et al., 2006; Miyake et al., 2000; Kane et al., 2005). La naturaleza de esta relación radica en que la resolución de ambos tipos de pruebas involucra componentes como el control atencional, el mantenimiento y manipulación de representaciones (Engel & Kane, 2004; Unsworth, Fukuda, Awh, & Vogel, 2014) en contextos en los que la velocidad de procesamiento juega un papel fundamental (Engle, Kane & Tuholski, 1999; Kane et al., 2005).

Los hallazgos arrojados por el modelo de medición muestran que las relaciones entre capacidad de memoria de trabajo, la inteligencia fluida y los constructos evaluados mediante la PAA se comportan como la gran mayoría de pruebas de razonamiento (Engle, 2002; Kyllonen & Christal, 1990; Süß et al., 2002; Jaeggi et al., 2008; Kvist, & Gustafsson, 2008). Lo anterior proporciona fuerte evidencia de la PAA como una prueba de razonamiento.

Sin embargo, en el SEM, el efecto de la capacidad de la memoria de trabajo sobre los componentes verbales y matemáticos desaparece debido a la relación entre la inteligencia fluida y la capacidad de memoria de trabajo. Lo anterior provee evidencias de que la capacidad de memoria de trabajo es una habilidad necesaria, pero no suficiente para predecir buenas puntuaciones en la PAA. De acuerdo con los resultados de este estudio la capacidad de extraer las reglas necesarias para resolver problemas a través de la inferencia inductiva (Primi, 2001) es un componente fundamental para obtener buenas puntuaciones en la PAA.

Tomando en cuenta que la capacidad de memoria de trabajo es un muy buen predictor de la inteligencia fluida, se puede concluir que sin la habilidad de mantener y manipular esas reglas (i.e., memoria de trabajo), la resolución del problema no sería posible, es decir, la resolución de la escala 3 de Cattell requiere de habilidades vinculadas a la memoria de trabajo. Así, se puede suponer que la relación entre la capacidad memoria de trabajo y las dos áreas de la PAA están siendo mediadas³ por la inteligencia fluida.

Los hallazgos de la presente investigación, aportan suficiente evidencia para afirmar que la PAA es una prueba de razonamiento; no obstante, es necesario el desarrollo de estudios adicionales para corroborar si la conceptualización de razonamiento en contextos verbales y matemáticos es la mejor manera de caracterizarlo.

³ En este contexto, se utiliza la palabra mediación para indicar el efecto indirecto que tiene una variable sobre otra, no obstante, en términos estrictos, se puede hablar de mediación solamente en estudios longitudinales (Little, 2013).

9. Limitaciones

La participación en la investigación fue voluntaria y no había forma de elegir de manera aleatoria a las y los participantes. Probablemente esto influyó en que encontráramos una media del promedio de admisión un poco alta (i.e., 628.84) y en que el 53% de las y los participantes fueran estudiantes del área de Ciencias Sociales. Lo anterior, limita la capacidad de generalización de los resultados.

Adicionalmente, al no tener más información que las parcelas en las categorías de la PAA y no tener un conocimiento detallado de los ítems de la PAA no es posible la discusión de aspectos puntuales del constructo que subyace a la PAA. Sin embargo, es importante mencionar que esto nunca fue objetivo de esta propuesta debido a la estricta confidencialidad con la que se deben manejar datos de pruebas con alto impacto.

Finalmente, el tiempo fue una limitación importante, ya que no fue posible recolectar una mayor cantidad de datos, y así poder realizar análisis más detallados respecto a la estructura factorial de la PAA. En diversas presentaciones en las que miembros del Programa Permanente de la PAA exponen la estructura factorial de la PAA se ha señalado que mejor caracterización de esta es en realidad un modelo bifactorial. En este trabajo se evaluó esta estructura; sin embargo, debido a lo limitado del tamaño muestral de este estudio el modelo mostró problemas de convergencia.

10. Conclusiones

La inteligencia fluida es una habilidad fundamental para resolver, adecuadamente, los ítems de la PAA. Asimismo, los hallazgos de este estudio indican que, vía inteligencia fluida, la capacidad de memoria de trabajo es una habilidad necesaria para responder adecuadamente a las preguntas planteadas en esta prueba.

El fuerte componente de inteligencia fluida refleja que, el equipo del Programa permanente de la PAA efectivamente va en la dirección correcta, acercándose al objetivo de elaborar un examen de admisión en el que no se mide conocimientos ni contenidos particulares de matemáticas, español u otras materias. Lo cual, de alguna manera va a colaborar en la disminución de la brecha que pueda existir entre estudiantes de colegios públicos y privados.

11. Recomendaciones

Se recomienda replicar el estudio con PAAs de diferentes años, y comparar los resultados. Especialmente con las PAAs más recientes, para corroborar si los resultados de este estudio son particularidades del mismo o si es posible generalizar los resultados.

Adicionalmente, se recomienda realizar un estudio en el que en la prueba de Cattell las y los participantes tengan mayor cantidad de tiempo para resolverla, y así, disminuir la presión ocasionada por las instrucciones de aplicación de la prueba. Esto permitiría explorar si la presión del tiempo afecta los resultados de la investigación.

Tomando en cuenta los resultados del estudio, para futuras réplicas se podría utilizar solamente la prueba de actualización de la memoria de trabajo, ya que presenta mayores cargas factoriales en comparación a las CST. Lo anterior reduciría el tiempo de aplicación de pruebas a la mitad, dando la oportunidad de tener un tamaño de muestra mayor.

Finalmente, sería importante realizar un análisis de invarianza factorial, con el fin de conocer si en los resultados del estudio existen diferencias por género y qué implicaciones tiene.

12. Referencias bibliográficas

- Ackerman, P. L., Beier, M. E., & Boyle, M. O. (2005). Working memory and intelligence: The same or different constructs? *Psychological Bulletin*, *131*, 30–60.
- Akaike, H. (1973). Information theory and an extension of the maximum likelihood principle. En B. N. Petrov y F. Csaki (Eds.), *Second International Symposium on Information Theory* (pp. 267 – 281). Budapest: Akademia Kiado.
- Beaujean, A.A. (2014). *Latent Variable Modeling Using R*. New York: Taylor & Francis. ISBN 978-1-84872-698-7
- Bentler, P. M. (1990). Comparative fit indices in structural models. *Psychological Bulletin*, *107*, 238-246.
- Bolaños, M., & Rojas, L. (2013). Comparación entre los promedios de la prueba de aptitud académica y la prueba de habilidades cuantitativas de los estudiantes de la universidad de Costa Rica. *Rev. Ciencias Sociales*, *142*, 101-115. ISSN 0482-5276
- Bozdogan, H. (1987). Model selection and Akaike's information criterion (AIC): The general theory and its analytical extensions. *Psychometrika*, *52*, 345-370.
- Brizuela, A., Jiménez, K., Pérez, N., & Rojas, G. (2016). Autorreportes verbales en voz alta para la identificación de procesos de razonamiento en pruebas estandarizadas. *Revista Costarricense de Psicología*, *35*, 17-30. ISSN 0257-1439
- Brizuela, A., Montero, E. (2013). Predicción del nivel de dificultad en una prueba estandarizada de comprensión de lectura: Aportes desde la psicometría y la psicología cognitiva. *Relieve*, *19* (2). Doi 10.7203/relieve.19.2.3143

- Castelain, T. (2014). Memoria de trabajo. En Castelain, T., & Marín, B, *Cuadernos metodológicos 7, Psicología experimental: Fundamentos y protocolos experimentales para el estudio de procesos cognitivos* (pp. 60-63). ISSN 1659-2921
- Castelain, T., & Ortíz, J. (2014). Automated Operation Span (AOSPAN). En Castelain, T., & Marín, B, *Cuadernos metodológicos 7, Psicología experimental: Fundamentos y protocolos experimentales para el estudio de procesos cognitivos* (pp. 64-71). ISSN 1659-2921
- Castelain, T., & Ortíz, J. (2014). Automated Reading Span (ARSPAN). En Castelain, T., & Marín, B, *Cuadernos metodológicos 7, Psicología experimental: Fundamentos y protocolos experimentales para el estudio de procesos cognitivos* (pp. 72-79). ISSN 1659-2921
- Castelain, T., & Ortíz, J. (2014). Automated Symmetry Span (ASSPAN). En Castelain, T., & Marín, B, *Cuadernos metodológicos 7, Psicología experimental: Fundamentos y protocolos experimentales para el estudio de procesos cognitivos* (pp. 80-86). ISSN 1659-2921
- Castelain, T., Villarreal-Galera, M.P., Molina-Gallardo, M., & Rodríguez-Villagra, O.A. (Sometido). Developing a Psychometric-Cognitive Model for a Fluid Intelligence Test.
- Cattell, R.B. (1943). The measurement of adult intelligence. *Psychological Bulletin*, 40(3), 153-193. Doi 10.1037/h0059973.
- Cattell, R. B., & Cattell, A. K.S. (2005). *Test de factor "g" escala 3*. Manual (5ta ed). Madrid: TEA
- Cheung, G. W. & Rensvold, R. B. (2002). Evaluating goodness-of-fit indexes for testing measurement invariance. *Structural Equation Modeling*, 9, 233-255.

- Colom, R., & García-López, O. (2002). Sex differences in fluid intelligence among high school graduates. *Personality and Individual Differences, 32*, 445-451. Doi 0191-8869/02/\$
- Colom, R., Privado, J., García, L.F., Estrada, E., Cuevas, L., & Chun, P. (2015). Fluid intelligence and working memory capacity: Is time for working on intelligence problems relevant for explaining their large relationship?. *Personality and individual differences, 79*, 75-80. doi 0191-8869.
- Cowan, N. (2001). The magical number 4 in short term memory: A reconsideration of mental storage capacity. *Behavioral sciences, 24*(1), 87-185.
- Cowan, N. (2005). *Working memory capacity*. Psychology press. ISBN 1-84169-097-X
- Daneman, M., & Hannon, B. (2001). Using Working Memory Theory to Investigate the Construct Validity of Multiple Choice Reading Comprehension Tests such as the SAT. *Journal of Experimental Psychology, 130* (2), 208-223. Doi 10.1037//0096-3445.130.2.208
- Ecker, U.K., Lewandowsky, S., Oberauer, K & Chee, A.E. (2010). The components of working memory updating: An experimental decomposition and individual differences. *Journal of experimental psychology: Learning, Memory and Cognition, 36*, 170-189. Doi 10.1037/a0017891
- Engle, R. W. (2002). Working memory capacity as executive attention. *Current Directions in Psychological Science, 11*, 19 –23.
- Engle, Kane & Tuholski. (1999). Individual differences in working memory capacity and what they tell us about controlled attention, general fluid intelligence and functions of the prefrontal cortex. En Miyake, A. y Shah, P. (Eds.), *Models of Working Memory:*

- Mechanisms of Active Maintenance and Executive Control*, 102-134. London: Cambridge Press.
- Engle, R. W., & Kane, M. J. (2004). Executive attention, working memory capacity, and a two-factor theory of cognitive control. En B. Ross (Ed.), *The Psychology of Learning and Motivation*, 44, 145-199. New York: Elsevier.
- Epskamp, S. (2014). semPlot: Path diagrams and visual analysis of various SEM packages' output. R package versión 1.0.1. <http://CRAN.R-project.org/package=semPlot>.
- Friedman, N. P., Miyake, A., Corley, R. P., Young, S. E., DeFries, J. C., & Hewitt, J. K. (2006). Not all executive functions are related to intelligence. *Psychological Science*, 17, 172–179.
- Ghasemi, A., & Zahediasl, A. (2012). Normality Tests for Statistical Analysis: A Guide for non-Statisticians. *International Journal of Endocrinology and Metabolism*, 10(2), 486-489. doi: 10.5812/ijem.3505
- Gentsch, A., Weber, A., Synofzik, M., Vosgerau, G., & Schütz-Bosbach, S. (2016). Towards a common framework of grounded action cognition: Relating motor control, perception and cognition. *Cognition*, 146, 81-89.
- Hernández, R., Fernández, C & Baptista, P. (2006). Definición del alcance de la investigación a realizar: exploratoria, descriptiva, correlacional o explicativa. En Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P, *Metodología de la investigación* (pp.99-117). México: Mc Graw-Hill. ISBN 970-10-6753-8
- Jaeggi, S.M., Buschkuhl, M., Jonides, J., & Perrig, W. (2008). Improving fluid intelligence with training on working memory. *PNAS*, 105(19), 6829-6833.

- Jiménez, K., & Morales, E. (2010). Validez predictiva del promedio de admisión de la Universidad de Costa Rica y sus componentes. *Actualidades en psicología*, 23, 21-55. ISSN 0258-6444
- Kane, M.J., Hambrick, D.Z., & Conway, A.R.A. (2005). Working memory capacity and fluid intelligence are strongly related constructs: Comment on Ackerman, Beier and Boyle (2005). *Psychological Bulletin*, 131, 66-71. Doi 10.1037/0033-2909.131.1.66
- Kaplan, D. (2000). *Structural equation modeling: Foundations and extensions*. Thousands Oaks, CA: Sage.
- Kvist, A.V., & Gustafsson, J.E. (2008). The relation between fluid intelligence and the general factor as a function of cultural background: A test of Cattell's investment theory. *Intelligence*, 36, 422-436. Doi 10.1016/j.intell.2007.08.004
- Kyllonen, P. C., & Christal, R. E. (1990). Reasoning ability is (little more than) working-memory capacity?! *Intelligence*, 14, 389 – 433.
- Mainieri, A. (2011). La prueba de aptitude académica de la Universidad de Costa Rica para aplicantes con necesidades especiales: nuevos desarrollos. *Actualidades investigativas en educación*, 11(2), 1-30. ISSN 1409-4703
- Messick, S. (1989). Validity. In R. L. Linn (Ed.), *Educational measurement*, 13-103. Washington, DC: American Council on Education and National Council on Measurement in Education.
- Miyake, A., Friedman, N.P., Emerson, M.J., Witzki, A.H., & Howerter, A. (2000). The unity and Diversity of Execution Functions and Their Contributions to Complex “Frontal Lobe” Tasks: A Latent Variable Analysis. *Cognitive Psychology*, 41, 49-100. doi 10.1006/cogp.1999.0734

- Montero, E., Castelain, T., Moreira, T., Alfaro, L., Cerdas, D., García, A., & Roldán, M.G. (2013). Evidencias de validez de criterio de los resultados de una prueba de razonamiento con figuras para la selección de estudiantes indígenas para la Universidad de Costa Rica y el Instituto Tecnológico de Costa Rica. *Revista Educación*, 37(2), 103-117. ISSN 2215-2644
- Oberauer, K., Süß, H. M., Wilhelm, O., & Sander, N. (2008). Individual differences in working memory capacity and reasoning ability. In Conway, C., Jarrold, M.J., Kane, A., Miyake., & J.N. Towse (Eds.), *Variation in working memory*, 49-75. New York: Oxford University Press.
- Pornprasertmanit, S., Miller, P., Schoemann, A., & Rosseel, I. (2014). semTools: Useful tools for structural equation modeling. R package versión 0.4-6. <http://CRAN.R-project.org/package=semTools>.
- Powers, D. & Dwyer, C. (2003). Toward specifying a construct of reasoning. Research Memorandum. ETS: Princeton.
- Primi, R. (2001). Complexity of geometric inductive reasoning tasks: Contribution to the understanding of fluid intelligence. *Intelligence*, 30, 41-70. Doi 0160-2896/01/\$
- Primi, R. (2014). Developing a Fluid Intelligence Scale through a Combination of Rasch Modeling and Cognitive Psychology. *Psychological Assessment*, 26 (3) ,774-788. <http://dx.doi.org/10.1037/a0036712>
- Programa Permanente de la PAA. (2014). Prueba de Aptitud Académica. En Smith, V, *Cuadernos metodológicos 6: Compendio de instrumentos de medición IIP* (pp.286-293). ISSN 1659-2921

- Quero, M. (2010). Confiabilidad y coeficiente Alpha de Cronbach. *Revista de estudios interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, 12(2), 248-252. ISSN 1317-0570
- R Core Team. (2015). R: A language and environment for statistical computing. R foundation for Statistical Computing. Vienna: Austria. Recuperado de <http://www.R-project.org/>
- Redick, T., Broadway, J., Meier, M., Kuriakose, P., Unsworth, N., Kane, M., & Engle, R. (2012). Measuring Working Memory Capacity With Automated Complex Span Tasks. *European Journal of Psychological Assessment*, 28(3), 164-171. Doi 10.1027/1015-5759/a000123
- Rodríguez-Villagra, O.A., Göthe, K., Oberauer, K., & Kliegl, R. (2013). Working memory capacity in a go/no-go task: Age differences in interference, processing speed, and attentional control. *Developmental Psychology*, 49(9), 1683-1696. <http://dx.doi.org/10.1037/a0030883>
- Rodríguez-Villagra, O.A. (2017). *Capacidad de memoria de trabajo: Causas de olvido y procesos inhibitorios*. Informe Final Proyecto 837-B4-337. Universidad de Costa Rica.
- Rojas, L. (2014). Evidencias de validez de la Académica de la Universidad de Costa Rica basadas en su estructura interna. *Actualidades en Psicología*, 28(116), 15-26. ISSN 2215-3535
- Rojas, L. (2013). Validez predictiva de los componentes del promedio de admisión a la universidad de Costa Rica utilizando el género y el tipo de colegio como variables control. *Revista actualidades investigativas en educación*, 13, 1-24. ISSN 1409-4703
- Rosseel, Y. (2012). lavaan: An R package for Structural Equation Modeling. *Journal of Statistical Software*, 48 (2), 1-36. Recuperado de <http://www.jstatsoft.org/v48/i02/>

- Ruíz, M.A., Pardo, A., & San Martín, R. (2010). Modelos de ecuaciones estructurales. *Papeles del psicólogo*, 3(1), 34-45. <http://www.cop.es/papeles>
- Sarkar, D. (2008). *lattice*. Multivariate Data Visualization with R. New York: Springer. ISBN 978-0-387-75968-5
- Satorra, A., & Bentler, P.M. 1994. Corrections to Test Statistics and Standard Errors. In Covariance Structure Analysis. In Alexander von Eye and Clifford C. Clogg (Eds.), *Latent Variables Analysis: Applications for Developmental Research*, 399-419. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Schwarz, G.E. (1978). "Estimating the dimension of a model". *Annals of Statistics*, 6(2), 461–464. doi:10.1214/aos/1176344136. MR468014.
- Steiger, J. H., & Lind, J. C. (1980). *Statistically-based tests for the number of common factors*. Paper presented at the annual meeting of the Psychometric Society, Iowa City, IA.
- Süß, H.-M., Oberauer, K., Wittmann, W. W., Wilhelm, O., & Schulze, R. (2002). Working-memory capacity explains reasoning ability and a little bit more. *Intelligence*, 30, 261–288.
- Little, T., Cunningham, W.A., Shahar, G., & Widaman, K. (2002). *To Parcel or not to Parcel: Exploring the Question, Weighing the Merits*. *Structural Equation Modeling*, 9(2), 151-173. https://doi.org/10.1207/S15328007SEM0902_1
- Little, T. (2013). Mediation and Moderation. In Longitudinal Structural Equation Modeling (pp. 286-324). New York, NY: The Guilford Press.
- Tovée, M. J. (1994). Neuronal Processing: How fast is the speed of thought?. *Current Biology*, 4(12), 1125-1127.

Unsworth, N., Fukuda, K., Awh, E., y Vogel, E. (2014). Working memory and fluid intelligence: Capacity, attention control, and secondary memory retrieval. *Cognitive Psychology*, *71*, 1–26. doi: 10.1016/j.cogpsych.2014.01.003

Unsworth, N., Heitz, R. P., Schrock, J. C., & Engle, R. W. (2005). An automated version of the operation span task. *Behavior Research Methods*, *37*, 498-505.

Wickham, H. (2007). Reshaping data with the reshape package. *Journal of Statistical Software*, *21* (12). Recuperado de <http://www.jstatsoft.org/v21/i12/paper>

Wickham, H. (2009). *ggplot2*. Elegant graphics for analysis. New York: Springer. ISBN 978-0-387-98140-6

13. Apéndices

13.1. Apéndice 1: Consentimiento Informado



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN
COMITÉ ÉTICO CIENTIFICO

**Instituto de Investigaciones
Psicológicas
Centro de Investigación en
Neurociencias**

Teléfonos:(506) 2511-4201 Telefax: (506) 2224-9367

FÓRMULA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

(Para ser sujeto de investigación)

(Un estudio retrospectivo de la influencia de la memoria de trabajo y la inteligencia fluida en las puntuaciones de la Prueba de Aptitud Académica de la Universidad de Costa Rica)

Código (o número) de proyecto:

Nombre de la investigadora principal: Claudia Priscilla Araya Orozco

Nombre del participante: _____

Número de Carné: _____

A. PROPÓSITO DEL PROYECTO: Esta investigación, es un trabajo final de graduación para optar por el grado de licenciatura en psicología, la cual se enmarca dentro del proyecto de investigación 837-B4-337 “Capacidad de memoria de trabajo: Causas de olvido y procesos inhibitorios” del Centro de Investigación en Neurociencias (CIN) y del Instituto de Investigaciones Psicológicas (IIP).

El objetivo de este trabajo final de graduación es conocer si diferencias individuales en la capacidad de memoria de trabajo e inteligencia fluida podrían estar relacionadas con el desempeño en la prueba de aptitud académica (PAA) de la Universidad de Costa Rica. La memoria de trabajo se refiere a la capacidad de recordar y manipular información con el objetivo de realizar una actividad, por ejemplo, tratar de recordar un número de teléfono mientras conversa con otra persona o mientras busca en su cuarto un lápiz para anotar el número de teléfono. La inteligencia fluida es la capacidad de resolver problemas nuevos y complejos, sin tomar en cuenta el conocimiento adquirido por la experiencia.

- B. ¿QUÉ SE HARÁ?** Si acepta participar usted tendría que realizar dos tareas de memoria de trabajo y una de inteligencia fluida. Una de las tareas de memoria de trabajo consiste en recordar las posiciones espaciales de figuras geométricas –presentadas en la pantalla de una computadora– y luego responder con el mouse de la computadora en la posición que usted considera correcta. La otra tarea de memoria de trabajo se divide en tres partes, la primera parte consiste en resolver operaciones matemáticas simples e ir recordando las letras que aparecen después de cada operación. En la segunda parte debe ir contestando preguntas relacionadas a un texto e igualmente recordar las letras que se le presentan al final de cada ejercicio. Y en la tercera parte aparecerán distintas figuras en la pantalla, a lo que usted debe contestar si estas son simétricas o no, luego aparecerá una matriz con un cuadro rojo y su tarea consiste en recordar la ubicación del cuadro rojo. La prueba de inteligencia fluida se realiza con papel y lápiz, se le darán las instrucciones necesarias y tendrá un tiempo determinado para contestar lo que se le indica. El estudio se llevará a cabo en la sala de sesiones de IIP, en el horario

previamente acordado con usted. El tiempo que dedicará a la ejecución de estas tareas comprende dos sesiones de una hora cada una y en días diferentes, una hora por día. En su debido momento usted recibirá instrucciones detalladas para la correcta ejecución de las tareas mencionadas, además podrá hacer algunos ejercicios de práctica. Finalmente, una vez recolectados los datos, se utilizará su número de carné para obtener su nota en la PAA. Luego se le asignará un nuevo código de participante y el número de carné se eliminará de la base de datos, con el fin de mantener en anónimo su identidad.

C. RIESGOS:

1. Se considera que no existe riesgo alguno. Sin embargo, es posible que experimente algún tipo de cansancio.
2. Si sufriera algún daño, cosa que es poco probable, la investigadora realizará una referencia al profesional apropiado para que se le brinde el tratamiento necesario para su total recuperación.

D. BENEFICIOS: Como resultado de su participación en este estudio no obtendrá ningún beneficio directo; sin embargo, es posible que la investigadora y la comunidad científica pueda conocer un poco más acerca de la relación entre memoria de trabajo, inteligencia fluida y el desempeño en la PAA. Además, este conocimiento podría beneficiar a las personas que ingresen a la Universidad de Costa Rica en el futuro.

E. Antes de dar su autorización para participar en este estudio, usted debe haber hablado con la investigadora Claudia Araya Orozco, y debe haber contestado satisfactoriamente todas sus preguntas. Si quisiera más información más adelante, puede obtenerla llamando a Claudia Araya Orozco al teléfono 8849-9335 en el horario de lunes a viernes de 8:30 a.m. a 4:00 p.m. Para cualquier consulta adicional, puede comunicarse a la

Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica a los teléfonos 2511-4201 y 2511-5839, de lunes a viernes de 8 a.m. a 5 p.m.

- F.** Recibirá una copia de esta fórmula firmada para su uso personal.
- G.** Su participación en este estudio es voluntaria. Tiene el derecho de negarse a participar o a discontinuar su participación en cualquier momento, sin que esta decisión afecte la calidad de la atención médica (o de otra índole) que requiera.
- H.** Su participación en este estudio es confidencial, los resultados podrían aparecer en una publicación científica o ser divulgados en una reunión científica pero de una manera anónima.
- I.** No perderá ningún derecho legal por firmar este documento.

CONSENTIMIENTO

He leído o se me ha leído toda la información descrita en esta fórmula antes de firmarla. Se me ha brindado la oportunidad de hacer preguntas y estas han sido contestadas en forma adecuada. Por lo tanto, accedo a participar como sujeto de investigación en este estudio

Nombre, cédula y firma del sujeto	fecha
-----------------------------------	-------

Nombre, cédula y firma del testigo	fecha
------------------------------------	-------

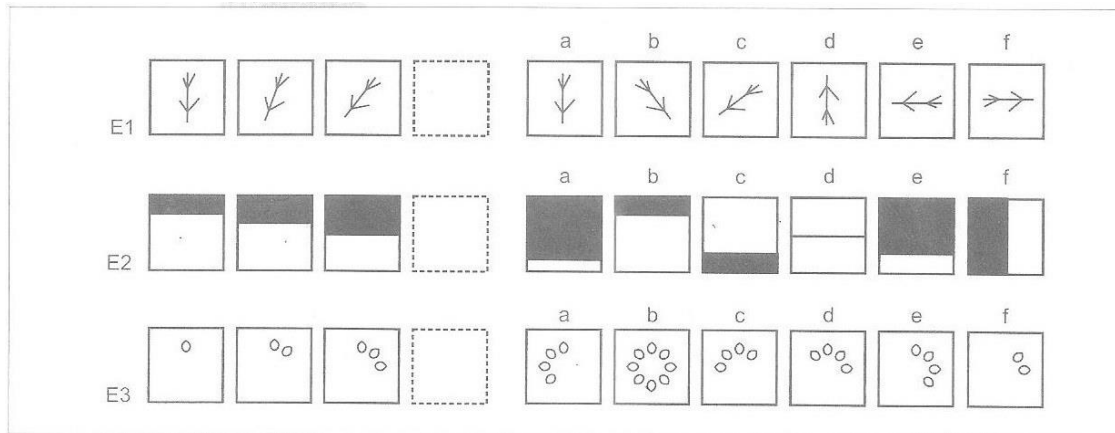
Nombre, cédula y firma del investigador que solicita el consentimiento	fecha
------------------------------------------------------------------------	-------

NUEVA VERSIÓN FCI – APROBADO EN SESION DEL COMITÉ ÉTICO CIENTÍFICO (CEC) NO. 149 REALIZADA EL 4 DE JUNIO DE 2008.

CELM-Form.Consent-Form 06-08

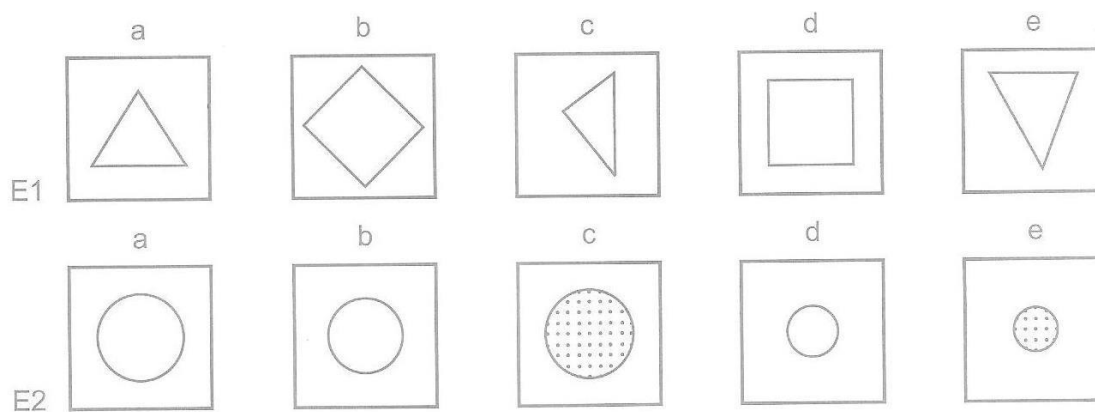
13.2. Apéndice 2: Ejemplos Cattell

Ejemplos Test 1: Series



Cattell & Cattell (2005)

Ejemplos Test 2: Clasificación



Cattell & Cattell (2005)

Ejemplos Test 3: Matrices

E1		a	b	c	d	e	f
E2		a	b	c	d	e	f
E3		a	b	c	d	e	f

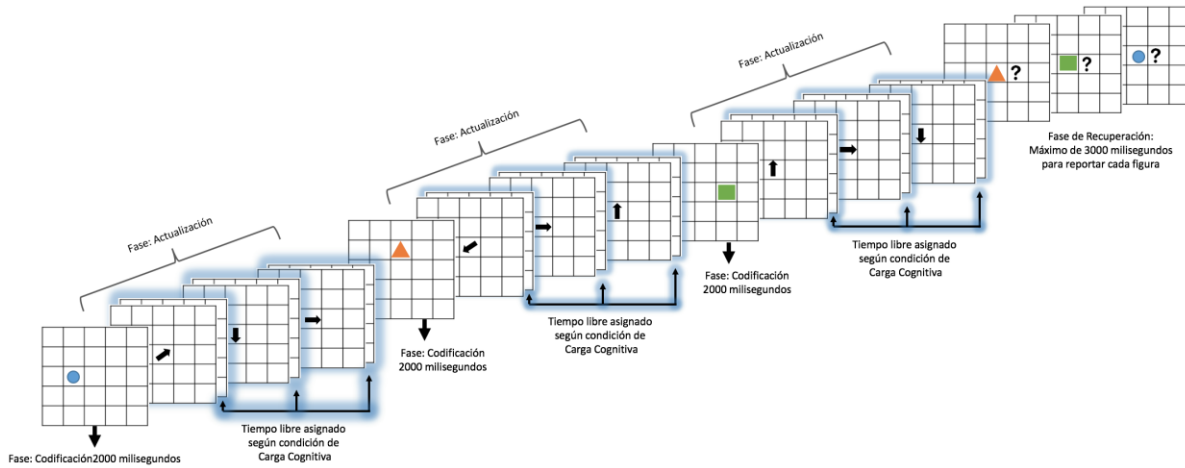
Cattell & Cattell (2005)

Ejemplos Test 4: Condiciones

E1		a	b	c	d	e
E2		a	b	c	d	e
E3		a	b	c	d	e

Cattell & Cattell (2005)

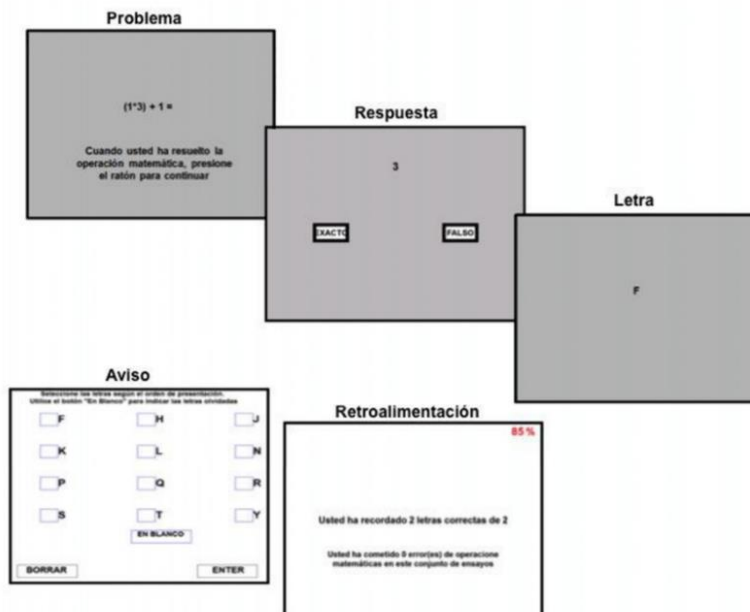
13.3. Apéndice 3: Ejemplos prueba de actualización de la memoria de trabajo



Rodríguez-Villagra, 2017

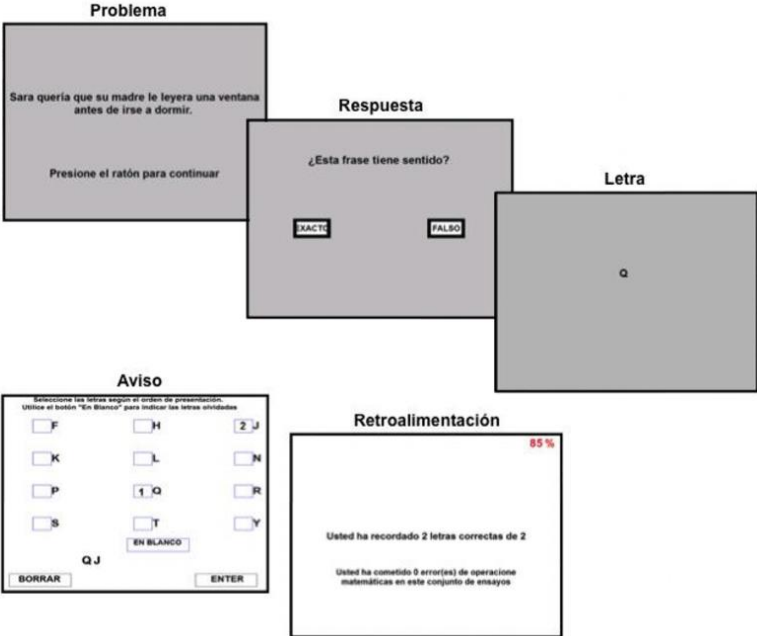
13.4. Apéndice 4: Ejemplos CST

Operation Span



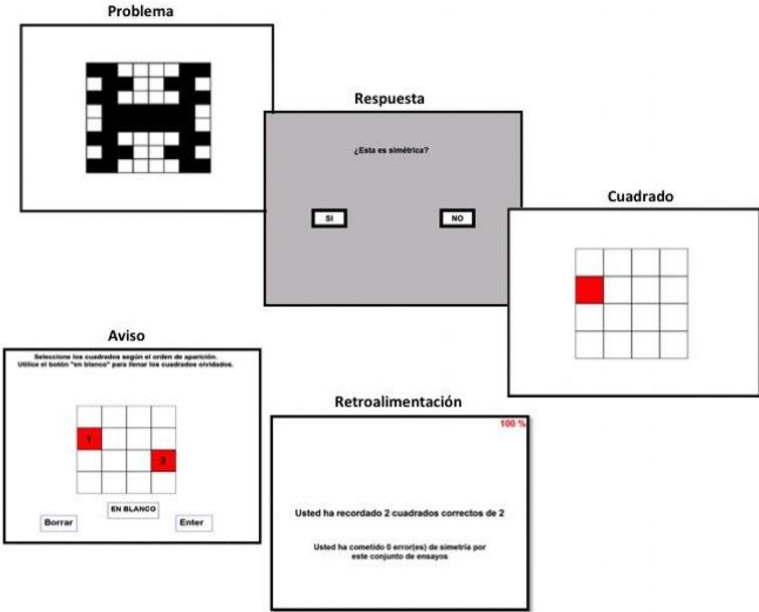
Castelain & Ortiz, 2014

Reading Span



Castelain & Ortiz, 2014

Symmetry Span



Castelain & Ortiz, 2014

13.5. Apéndice 5: Instrucciones de aplicación Cattell

Se le pedirá al participante que por favor escuche atentamente las instrucciones y se empezará con las instrucciones de la prueba.

Información general

1. No abra el folleto de la prueba hasta que se le indique.
2. Solo se atenderán consultas durante la explicación de los ejemplos, por lo tanto, haga sus preguntas en ese momento.
3. La escala 3 de la prueba de Cattell consta de cuatro tests y tiene una duración total de 12 minutos y medio, cada test tiene un tiempo determinado. Este tiempo incluye la tarea de marcar la opción que usted elige en la hoja de respuestas. No se dará tiempo adicional al indicado y deberá terminar cuando se les indique. Esto puede mantenerse como descripción general.
4. Si termina antes puede revisar sus respuestas pero no debe iniciar el siguiente test hasta que se le indique.
5. Se calificará solamente las marcas en la hoja de respuestas y debe rellenar la casilla completa. Por ningún motivo debe rayar los folletos de prueba. Esto es importante
6. Debe trabajar con el folleto de prueba doblado, de modo que sólo vea una página a la vez.
7. Para cada ejercicio, debe buscar, entre las soluciones que se presentan, la que es correcta; cuando la ha encontrado, fíjese en la letra que tiene encima y márkela en la hoja de respuestas, en la línea correspondiente al ejercicio que está resolviendo.

Instrucciones específicas

En este momento, se inicia con las instrucciones específicas de cada test.

Test 1: Series

Veamos el primer ejemplo. Fíjese en las figuras de las tres primeras casillas y busque luego entre las seis casillas de la derecha la figura que debería ocupar el lugar vacío. La respuesta correcta es la tercera casilla que tiene la letra c. En la hoja de respuestas el espacio correspondiente a esa letra ya se encuentra marcado en la línea E1. Compruébelo usted mismo. En el segundo ejemplo, ¿cuál de las casillas de la derecha debería ocupar el lugar vacío? Cuando la haya encontrado fíjese en la letra que hay sobre ella y marque en la hoja de respuestas el espacio correspondiente a esa letra en la línea E2. La respuesta correcta es **E**. Si no lo ha hecho así, pueden corregirlo.

Ahora pasamos al tercer ejemplo (E3). ¿Cuántos pétalos debería tener la flor que ocupa la casilla vacía? y ¿cómo estarían ubicadas? Busque la respuesta correcta y márkela en la hoja de respuesta como hizo antes. La solución es la **E**. ¿Lo ha hecho así? En caso contrario pueden corregirlo. Si tiene alguna duda puede hacerme la consulta.

Si no tiene dudas, cuando yo se lo indique, empiece a resolver los ejercicios de las dos páginas siguientes. Procure contestar a todos y deténgase al final. Si quiere cambiar una respuesta ya anotada debe borrarla bien y marcar luego la respuesta correcta. Trabaje tan rápido como le sea posible procurando no equivocarse.

*Para este test, tiene 3 minutos, cuando este tiempo pase se les dice: Alto, deje el lápiz sobre la mesa y pase la hoja para comenzar a resolver los ejemplos del test 2.

Test 2: Clasificación

En el primer ejemplo tenemos una fila de cinco casillas, tres de ellas tienen figuras semejantes y las otras dos son distintas. Su tarea consiste en encontrar en cada fila las **dos casillas** que

contienen las figuras distintas. En este primer ejemplo la respuesta correcta es las casillas **B y D**. En la hoja de respuestas los espacios correspondientes a esa letra ya se encuentran marcadas en la línea E1.

A continuación, vamos a resolver el segundo ejemplo. Busque las casillas que contienen las figuras diferentes y marque la respuesta en la hoja de respuestas como lo hizo antes. La respuesta correcta es la **C y E**. Si esa no ha sido su respuesta puede corregirlo ahora.

Ahora, si no tiene dudas, cuando yo se lo indique por favor de la vuelta a la página e inicie el test 2 que tiene ejercicios en las **dos páginas siguientes**. Trabaje tan rápido como le sea posible, procurando no equivocarse.

*Para este test tiene 4 minutos, cuando este tiempo pase se les dice: Alto, deje el lápiz sobre la mesa y pase la hoja para comenzar a resolver los ejemplos del test 3.

Test 3: Matrices

Veamos los ejemplos. Al principio de cada ejercicio hay un cuadro grande que contiene cuatro casillas, tres de ellas con dibujos que siguen un cierto orden y una vacía. A su derecha hay otras seis casillas, una de las cuales debería ocupar el lugar vacío. Su tarea consiste en averiguar cuál respuesta es la que debería ocupar ese lugar.

En el primer ejemplo, la respuesta correcta es la B, como puede ver en la hoja de respuestas.

Ahora pasemos al segundo ejemplo. Trate de encontrar la casilla que debería ocupar el lugar vacío y anote su respuesta en la hoja de respuestas. La respuesta correcta es **C**. Si no ha marcado ésta respuesta puede hacerlo ahora.

Veamos el tercer ejemplo. ¿Cuál de las casillas de la derecha debería ocupar el lugar vacío? Búsquelo y anote su respuesta en la hoja de respuestas. La casilla correcta es la que tiene la letra **F**. Si no ha marcado esa respuesta puede corregirla.

Si no tiene dudas, cuando yo se lo indique, comience a resolver los ejercicios de las **dos páginas siguientes**. Trabaje tan rápido como le sea posible, procurando no equivocarse.

*Para este test tiene 3 minutos, cuando este tiempo pase se les dice: Alto, deje el lápiz sobre la mesa y pase la hoja para comenzar a resolver los ejemplos del último test (test 4).

Test 4: Condiciones

El primer ejemplo tiene, en la casilla de la izquierda, un cuadrado y un círculo con un punto que está a la vez dentro de ambos. Trate de encontrar en las casillas de la derecha el dibujo donde pueda poner un punto que está a la vez en el cuadrado y en el círculo. Esto se puede hacer solamente en la casilla **C**.

Veamos ahora el segundo ejemplo. En este el punto está dentro del triángulo y fuera del rectángulo. Trate de encontrar la figura donde se cumple esta condición y marque en la hoja de respuestas el espacio correspondiente al mismo. El único dibujo en el que es posible colocar un punto dentro del triángulo y fuera del rectángulo es en la casilla señalada con la letra **D**. Si no marcado el espacio correspondiente, puede corregirlo.

Ahora, en el tercer ejemplo observe que el punto está en el triángulo y por encima de la línea curva. ¿En cuál de las otras figuras podría ponerse un punto que cumpliera con estas condiciones? Busque la solución y márkela en la hoja de respuestas. La única figura donde esto se cumple es la marcada con la letra **B**. Si no lo ha hecho así, puede corregirlo.

Si no tiene ninguna duda, cuando yo se lo indique, comience a resolver los ejercicios del Test 4, este es una sola página de ejercicios. Trabaje tan rápido como le sea posible, procurando no equivocarse.

*Para este test tiene 2:30 minutos, cuando este tiempo pase se les dice: Alto, deje el lápiz sobre la mesa y la prueba ha concluido.

13.6. Apéndice 6: Instrucciones de aplicación de la prueba de actualización de la memoria de trabajo

1. Debe ver toda la presentación de Power Point con la explicación de cómo realizar la prueba, si tiene dudas ese es el momento para aclararlas. Luego, deberán realizar el entrenamiento en la prueba, la cual se cierra automáticamente cuando completen un ensayo correctamente. Esto se llevará a cabo en la primera sesión.

2. Inicia la prueba de actualización de la memoria de trabajo, debe llenar los datos necesarios (Número de participante, número de sesión, sexo y edad) y la prueba se cerrará automáticamente cuando haya finalizado. Esta parte se llevará a cabo en la segunda sesión.

13.7. Apéndice 7: Instrucciones de aplicación de las CST

1. Deben ver la presentación de Power Point con la explicación de cómo realizar la prueba, esto de cada una de las sub pruebas, si tiene dudas ese es el momento para aclararlas. Luego, deberán realizar el entrenamiento en la prueba. Esto se llevará a cabo en la primera sesión.

2. Inicia las CST, debe llenar los datos necesarios (Número de participante, número de sesión, sexo y edad) y se aplicaran las 3 sub pruebas en el mismo momento. Esto se llevará a cabo en la segunda sesión.