

Observación de flexibilidad cognitiva, habilidades visoespaciales y resolución de problemas en niños de cuarto año de dos escuelas de Montevideo

Observation of cognitive flexibility, visuospatial skills, and problem-solving in fourth-grade children from two schools in Montevideo

Observação da flexibilidade cognitiva, habilidades visoespaciais e resolução de problemas em crianças do quarto ano de duas escolas de Montevideú

Marcela Mena
ORCID ID: 0009-0001-8310-6198
Universidad de la República, Uruguay

Fernando González Perilli
ORCID ID: 0000-0001-5832-716X
Universidad de la República, Uruguay

Alejandro Amaya
ORCID ID: 0000-0001-8172-4059
Universidad de la República, Uruguay

Autora referente: marcelamenarey@gmail.com

Historia Editorial
Recibido: 05/10/2023
Aceptado: 18/10/2024

RESUMEN

La flexibilidad cognitiva, las habilidades visoespaciales y la resolución de problemas son capacidades que acompañan el desarrollo madurativo,

que favorece el aprendizaje. Internacionalmente se han realizado estudios descriptivos y predictivos de estos constructos. A nivel nacional hay

muy escasa información por lo que se buscó contribuir a la comprensión de la interacción entre algunos componentes de las Funciones Ejecutivas (flexibilidad cognitiva, memoria visoespacial y resolución de problemas) y la rotación mental, con estudiantes de cuarto año de escuela. En el estudio se evaluó estas capacidades cognitivas mediante instrumentos específicos de medición (Tests de Clasificación de Tarjetas de Wisconsin, Cubos de Corsi, Rotación Mental, Matrices Progresivas de Raven y Torre de Londres) en una muestra de 75 estudiantes de dos escuelas de Montevideo. Los resultados se analizaron en relación a estudios normativos y antecedentes clave, realizados con distintas poblaciones

escolares de diferentes países, para comenzar a identificar los desempeños en estos componentes en la población escolar nacional. Asimismo, sobre la base de estudios precedentes, se analizaron las asociaciones entre Funciones Ejecutivas y rotación mental. Los resultados mostraron que las medias y las medianas de los indicadores fueron cercanos a los estudios precedentes para casi todos los tests. El test de rotación mental correlacionó positiva y significativamente con los instrumentos que miden flexibilidad cognitiva y resolución de problemas, en especial con el test de Raven. No se encontraron diferencias significativas en relación al sexo.

Palabras claves: Funciones ejecutivas; habilidades visoespaciales; Matrices Progresivas de Raven; entornos ecológicos de aplicación.

ABSTRACT

Cognitive flexibility, visuospatial skills and problem solving are abilities that accompany maturational development that contribute to learning. Descriptive and predictive studies of these constructs have been conducted internationally. Nationally, there is very little information, so we sought to contribute to the understanding of the interaction between some components of the Executive Functions (cognitive flexibility, visuospatial memory and problem solving) and mental rotation with fourth-year school students. In the study, these cognitive abilities were evaluated using specific measurement instruments (Wisconsin Card Sorting Tests, Corsi Cubes, Mental Rotation, Raven's Progressive Matrices and Tower of London) in a sample of 75 students from two schools in

Montevideo. The results were analyzed in relation to key normative and background studies, carried out with different school populations from different countries, to begin to identify performance in these components in the national school population. Likewise, based on previous studies, the associations between Executive Functions and mental rotation were analyzed. The results showed that the means and medians of the indicators were close to previous studies for almost all tests. The mental rotation test correlated positively and significantly with the instruments that measure cognitive flexibility and problem solving, especially with the Raven test. No significant differences were found in relation to gender.

Keywords: Executive functions; visuospatial skills; Raven's Progressive Matrices; ecological application environments.

RESUMO

A flexibilidade cognitiva, as habilidades visuoespaciais e a resolução de problemas são capacidades que acompanham o desenvolvimento maturativo que favorece a aprendizagem. Estudos descritivos e preditivos desses construtos têm sido realizados internacionalmente. A nível nacional existe muito pouca informação, pelo que procurámos contribuir para a compreensão da interação entre algumas componentes das Funções Executivas (flexibilidade cognitiva, memória visuoespacial e resolução de problemas) e rotação mental com alunos do quarto ano. No estudo, essas habilidades cognitivas foram avaliadas por meio de instrumentos de medida específicos (Wisconsin Card Sorting Tests, Corsi Cubes, Mental Rotation, Raven's Progressive Matrices e Tower of London) em uma amostra de 75 alunos de duas escolas de Montevideú.

Os resultados foram analisados em relação aos principais estudos normativos e de base, realizados com diferentes populações escolares de diferentes países, para começar a identificar o desempenho nestas componentes na população escolar nacional. Da mesma forma, com base em estudos anteriores, foram analisadas as associações entre Funções Executivas e rotação mental. Os resultados mostraram que as médias e medianas dos indicadores estiveram próximas de estudos anteriores para quase todos os testes. O teste de rotação mental correlacionou-se positiva e significativamente com os instrumentos que medem a flexibilidade cognitiva e a resolução de problemas, especialmente com o teste Raven. Não foram encontradas diferenças significativas em relação ao sexo.

Palavras-chave: Funções executivas; habilidades visuoespaciais; Matrizes Progressivas de Raven; ambientes de aplicação ecológica.

Las Funciones Ejecutivas (FE) se definen como el conjunto de habilidades que permiten el procesamiento complejo de la información a través de la coordinación de procesos cognitivos y metacognitivos, con el fin de alcanzar un objetivo específico. Estas funciones están asociadas a la formación de conceptos, a la capacidad de abstracción, al diseño de planes, a la memoria operativa, a la toma de decisiones y al control e inhibición de impulsos (Diamond, 2013).

Diamond (2013) propone un modelo de FE integrado por tres áreas principales: control inhibitorio (no se define porque no se analizará en este trabajo), memoria de trabajo y flexibilidad cognitiva. En un nivel superior o metacognitivo, se ubica al razonamiento, la resolución de problemas y la planificación.

La memoria de trabajo es la capacidad de mantener y manipular información en la mente durante el desarrollo de una tarea (Diamond, 2013). En particular la memoria de trabajo visoespacial hace referencia a esta capacidad cuando se trata de información visual y espacial de carácter temporal (Pérez, Mammarella, Del Prete, Bajo, & Cornoldi, 2014). La flexibilidad cognitiva es la habilidad del sujeto de cambiar de perspectiva espacial o interpersonal frente a un problema, de modo de ajustarse a las nuevas demandas, reglas o prioridades durante el desarrollo de una tarea (Diamond, 2013). La resolución de problemas es la habilidad de entender la estructura de un problema y relacionar sus distintos componentes para identificar y organizar una nueva situación (Tartre, 1990). La planificación es un proceso que implica la generación de secuencias de eventos hipotéticos para la anticipación de eventos futuros (Grau, & Moreira, 2017).

Algunos autores cuestionan este modelo y señalan la dificultad de separar estos componentes, por lo que proponen observar estas funciones en situaciones reales de desempeño (Doebel, 2020). En ese sentido, dada la relevancia de las FE tempranas en el desempeño futuro, se recomienda observarlas y evaluarlas mediante tareas que presentan estímulos visuales y auditivos en entornos ecológicos, sin suprimir los distractores ambientales y emocionales. Estas instancias proporcionan información adicional que puede identificar posibles problemas, los cuales podrán ser objeto de estudios adicionales (McCoy, 2019).

Otro conjunto de habilidades mentales superiores estrechamente vinculadas al procesamiento de información son las habilidades visoespaciales. Estas habilidades se describen como la capacidad de comprender, manipular e interpretar las formas espaciales en un proceso de organización y transformación mental (Tartre, 1990). Esto involucra relaciones espaciales, comparación de figuras y transformación mental de objetos en relación a planos y coordenadas de referencia (Pérez et al., 2014). La transformación mental incluye procesos de rotación, asociados a la orientación y visualización de figuras en el espacio (Pérez et al., 2014; Tartre, 1990).

En estudios sobre la asociación entre las FE y las habilidades visoespaciales se observó que frente a una mayor demanda de transformación visoespacial, mayor es la necesidad de emplear recursos de las FE en el mantenimiento y procesamiento de las representaciones espaciales (Miyake, Friedman, Rettinger, Shah & Hegarty, 2001). Es decir, frente a tareas que demandan una mayor transformación mental, como las figuras especulares, se evidencia un mayor compromiso de las FE, a diferencia de las tareas que solo implican reconocimiento visual (Pérez et al., 2014). Además, dentro de las FE, se destaca que la memoria visoespacial y la planificación son los constructos que presentan una mayor asociación con las habilidades y problemas visoespaciales (Miyake et al., 2001). En particular, la rotación mental se asocia al desarrollo de heurísticos de resolución de problemas en tareas que incluyen información espacial (Stieff, 2007).

Se ha procurado comprender y caracterizar el desarrollo de las FE y las habilidades visoespaciales en diversas poblaciones mediante estudios psicométricos y normativos. En este sentido, se ha generado un conjunto de instrumentos de medición que han sido aplicados a diferentes muestras poblacionales como muestras representativas o grupos específicos de estudiantes, en diversos contextos (educativo, sanitario, etc.), y bajo diferentes condiciones experimentales. Estos estudios permiten identificar, entre otros aspectos, patrones de desarrollo de estas funciones mentales, el impacto de intervenciones variadas sobre ellas y la influencia de diversas variables incidentes.

A nivel internacional, la búsqueda de antecedentes condujo a varias comparaciones asociadas a casos particulares, como por ejemplo a problemas de aprendizaje, pero a escasos estudios normativos. Entre estos últimos figuran dos estudios del Test de Clasificación de Tarjetas de Wisconsin (WCST), uno de Brasil (Coelho, Rosário, Savio Mastroso, Miranda & Amodeo Bueno, 2012) y otro de Estados Unidos (Heaton, Chelune, Talley, Kay, & Curtiss, 2009), una investigación del test de Cubos de Corsi en Islas Canarias (Hernández et al., 2012) y una de Matrices Progresivas de Raven

(RCPM) de una población de Ghana (Anum, 2014). Se consideraron también como antecedentes de estudios normativos para RCPM los baremos clásicos desarrollados por Raven, Court, & Raven (1996) para Estados Unidos y Europa.

En cuanto a la población con la que se trabajó en los estudios normativos internacionales, Coelho et al. (2012) aplicaron el test de WCST a 155 niños de 9 y 10 años, en centros públicos y privados de Brasil, de distintos niveles socioeconómicos, mientras que Heaton et al. (2009) lo aplicaron a 89 niños de 9 y 10 años de escuelas públicas del sudeste de Estados Unidos. Por su parte, Hernández et al. (2012) realizaron una baremación del test de Corsi en Islas Canarias, con una muestra de 498 estudiantes de 9 y 10 años. Allí se utilizó el test de *Span Visual* de la Wechsler Memory Scale (*Tapping Directo*), equivalente al test de Corsi. El estudio normativo del test RCPM de Anum (2014) presentó un baremo realizado en Ghana con niños de 9 y 10 años de poblaciones rurales y urbanas, de distintos estratos socioeconómicos. Raven et al. (1996) presentaron dos baremos, uno realizado en Dumfries, Escocia y otro en Estados Unidos, ambos con niños de 9 y 10 años. Tanto Anum (2014) como Raven et al. (1996) emplearon la versión de Matrices Coloreadas, la misma que se aplica en el presente estudio.

En relación a estudios internacionales no normativos Bull, Johnston & Roy (1999) aplicaron el test WCST y Corsi en un estudio sobre la asociación entre el aprendizaje matemático y los componentes medidos por estos instrumentos. Este trabajo fue realizado con 44 niños, de edad promedio 7 años y 3 meses, de una escuela en Dundee, Escocia. Por su parte, Farrell Pagulayan, Busch, Medina, Bartok & Krikorian (2006) realizaron un estudio en Cincinnati, Ohio con 48 estudiantes de 9 y 10 años, con el test de Corsi, con *span* de 1 a 9 elementos. Tanto Farrell Pagulayan et al. (2006) como Bull et al. (1999) emplearon versiones tangibles del instrumento. En relación al test de Rotación Mental (MR), De Lisi & Wolford (2002) trabajaron con 47 niños de 8 y 9 años de una escuela pública de New Jersey. Si bien la versión del test de figuras geométricas

empleada por dichos autores difiere de la figurativa utilizada en este estudio, que presentaba figuras humanas y de animales, este antecedente es relevante por realizarse con niños de edades similares, dentro de un contexto escolar. A pesar de que la versión figurativa podría considerarse más sencilla, se evaluó como adecuada su implementación para este estudio ya que se realizó en una única aplicación, sin entrenamiento previo.

A nivel nacional, sólo se halló el estudio normativo de Dansilio et al. (2010) con el test Torre de Londres (ToL). Sin embargo, esta investigación no se considera como un antecedente directo, pues no reporta las mismas métricas que este estudio. Otros estudios nacionales han sido llevados a cabo con muestras no representativas y pueden considerarse como antecedentes relevantes. Por ejemplo, se destacan los trabajos realizados por Grau & Moreira (2017) y Moreira & Curione (2015), en el ámbito de los estudios con juegos lógicos. Aunque el estudio de Grau & Moreira (2017) pudo presentar cierto sesgo al trabajar exclusivamente con ajedrecistas, se mantuvo como referencia debido a la escasez de datos a nivel nacional. Estos investigadores realizaron su trabajo con 28 sujetos, 14 ajedrecistas y 14 no ajedrecistas, de 7 a 12 años, a quienes aplicaron WCST y ToL. En el caso de ToL, Grau & Moreira (2017) emplearon una versión computarizada (SANZAN) y excluyeron los cuatro últimos ensayos del test, que son los de mayor dificultad. Por su parte, Moreira & Curione (2015) realizaron su trabajo con 49 estudiantes de tercer año (8 y 9 años) y emplearon los tests WCST y RCPM. En el caso de RCPM, el instrumento fue aplicado mediante el cuadernillo de 36 láminas.

De acuerdo a los antecedentes previos, el objetivo principal de este trabajo fue conocer el desempeño de una población de estudiantes de cuarto año de dos escuelas de Montevideo en 2019, en relación con las FE (flexibilidad cognitiva, memoria visoespacial y resolución de problemas), así como las habilidades visoespaciales (rotación mental), y explorar la relación entre ambos constructos. Estos datos buscan contribuir a la

descripción del vínculo entre distintas áreas del desarrollo cognitivo y aportar insumos para el desarrollo de herramientas de intervención.

Método

Los estudios presentados en las tablas de resultados junto con los del presente estudio, son datos descriptivos de otras poblaciones y fueron elegidos como fuente de comparación para este trabajo. A pesar de algunas diferencias principalmente regionales, fueron seleccionados porque emplearon las mismas métricas y fueron realizados en poblaciones con edades similares, lo que favorece la comparación. Este criterio fue el elegido tanto para los estudios normativos como para los estudios de poblaciones particulares. Otros artículos encontrados fueron descartados por no referirse a edades similares, no reportar las mismas métricas o porque trabajaron con poblaciones con dificultades de aprendizaje diagnosticadas.

Participantes

La muestra estuvo conformada por 75 estudiantes de 9 y 10 años, 42 varones (56%) y 33 niñas (44%), que completaron la aplicación de WCST y RCPM. Un sujeto no completó el test de Corsi, uno el de ToL y dos el de MR, no siendo los mismos sujetos. Esto se debió a problemas de conectividad y receptividad del servidor, constatados en la instancia. La investigación fue realizada en dos instituciones de Montevideo, una privada y una pública de quintil 5, seleccionadas de acuerdo a oportunidad. La Institución I participó con dos grupos de cuarto año (30 varones y 22 mujeres) y la Institución II con un grupo de cuarto año (12 varones y 11 mujeres).

La investigación se llevó adelante con todos los resguardos éticos, se informó a los participantes de las características del estudio y asistieron de forma libre y voluntaria. Se requirió la firma de los consentimientos informados pertinentes.

Instrumentos

Los tests de Corsi, MR, ToL y RCPM fueron aplicados con una versión digitalizada por el Centro Interdisciplinario de Cognición para la Educación y el Aprendizaje (CICEA), con tablets del Proyecto Conectividad Educativa de Informática Básica para el aprendizaje en Línea (Ceibal). Esta batería de tests fue aplicada en un estudio anterior por Gerosa, Koleszar, Gómez-Sena, Tejera & Carboni (2019). Para el desarrollo digital de los instrumentos se emplearon versiones validadas: test MR (Quaiser-Pohl, 2003), Cubos de Corsi (Corsi, 1972); las referencias para ToL y RCPM pueden encontrarse en Gerosa et al. (2019).

Test de Clasificación de Tarjetas de Wisconsin (WCST) (Heaton et al., 2009)

Este test se empleó para medir flexibilidad cognitiva y consiste en emparejar cartas siguiendo distintos criterios clasificatorios (color, forma, cantidad). En la parte superior de la pantalla se presentan cuatro tarjetas que permanecen fijas durante la tarea. En la parte inferior aparecen, de modo sucesivo, distintas tarjetas que se deberán clasificar colocándolas debajo de una de las cartas de arriba. El programa “responde” mediante la palabra *correcto* o *incorrecto*, que ayuda al participante a continuar o cambiar el criterio seleccionado. La serie se completa con diez tarjetas sucesivas correctas, después de la cual el criterio cambia (Heaton et al., 2009). En total son seis ensayos y 128 tarjetas es el máximo posible. Los indicadores seleccionados son: Cantidad de Categorías Completadas (CCC), Porcentaje de Errores Perseverativos (PEP, se contabilizan errores sucesivos) y Porcentaje de Respuestas Conceptuales (PRC, tres o más respuestas sucesivas correctas). La escala de puntuación de CCC es de 0 a 6, PEP se expresa en porcentaje y presenta mejor desempeño cuanto más bajo es el valor y PRC cuanto más alto. En este estudio se empleó la versión digital validada *Computer Version 4 Research Edition*. El rango de edades indicado abarca de 6 a 89 años (Heaton et al., 2009). Heaton et al. (2009) reportan coeficientes de generalizabilidad (CG) que

oscilan entre .39 y .72 entre todas las métricas del test, con media = .57 y mediana = .60.

Test Cubos de Corsi (Corsi, 1972)

En una pantalla se presentan nueve cuadrados que el participante debe señalar siguiendo el orden que previamente le presentó el programa. Las series señaladas van de dos a siete cubos y el sujeto puede repetir cada una hasta tres veces, en caso de error. Es un instrumento empleado para medir memoria visoespacial y su métrica principal es *span* visual, que es el máximo número de elementos que la persona puede retener y repetir. La escala de puntuación es del 0 a 7. Este test se empleó con niños, adolescentes y adultos en la evaluación de tareas visoespaciales (Gerosa et al., 2019; Corsi, 1972). Esta prueba presenta índices adecuados de fiabilidad (.79) y validez (.65) (Hernández et al., 2012).

Test de Rotación mental (MR) (Quaiser-Pohl, 2003)

Este test mide la capacidad de rotación mental como uno de los componentes de las habilidades visoespaciales. Consiste en presentar una pantalla, en cuya parte superior se encuentra una figura en un determinado eje de rotación, mientras que en la parte inferior se muestra la misma figura en tres ejes distintos. El participante deberá señalar cuál de las tres opciones de la parte inferior se ajusta al modelo. El indicador seleccionado para este trabajo es Tasa de acierto (expresada en porcentaje). En esta intervención se empleó una versión de MR basado en imágenes figurativas. Hay antecedentes del empleo de estas versiones en estudiantes de 9 y 10 años, a modo de entrenamiento, antes de aplicar el test con figuras geométricas (Blüchel, Lehmann, Kellner & Jansen, 2012). Su confiabilidad medida por alpha de Cronbach es de .75 (Quaiser-Pohl, 2003).

Test Torre de Londres (ToL) (referencia en Gerosa et al., 2019)

Consiste en una serie de tableros con tres fichas de colores que se deben ordenar de acuerdo al modelo presente en la parte superior de la pantalla, en el menor número de movimientos posibles. Este test mide resolución de problemas y planificación. El indicador seleccionado es Eficiencia (cantidad de movimientos realizados menos cantidad de movimientos mínimos necesarios), por lo que la mejor puntuación es la más baja. Se ha empleado en niños (Gerosa et al., 2019) y se ha encontrado valores ascendentes entre esta etapa y la edad adulta en el uso de este instrumento (Dansilio et al., 2010). El coeficiente de alfa de Cronbach reportado por Dansilio et al. (2010) en niños escolares es .41, lo que indica una baja consistencia interna.

Matrices Progresivas Coloreadas de Raven (RCPM) (referencia en Gerosa et al., 2019)

Esta tarea consiste en presentar una serie de patrones visuales con una parte faltante. El objetivo es identificar dicha pieza a partir de distintas opciones. Las matrices se hacen más complejas a medida que avanza el test. El indicador reportado es Tasa de acierto (expresada en porcentaje). Se aplica de los 7 años hasta la adultez, obteniéndose distintos promedios de puntuaciones (Raven et al., 1996). Este test se emplea para medir el razonamiento lógico y espacial, al razonamiento analítico y la abstracción (Raven et al., 1996) y presenta un índice de consistencia interna (KR-21) de .92 (Raven et al., 1996).

Procedimiento

El test WCST se aplicó de forma individual, empleando 15 minutos por sujeto. Se realizó en una sala aparte en cada institución, en varias jornadas hasta completar la aplicación. Por su parte, los restantes instrumentos (Corsi, MR, ToL y RCPM) se aplicaron en una única jornada, en modalidad *on line* y en simultáneo con todos los estudiantes. Los niños accedieron a cada test mediante una contraseña. Las instrucciones de las tareas se

realizaron a través de una grabación que precedía al inicio de cada test, lo que garantizó que todos los niños recibieran la misma información. Los sujetos debían responder a través de toques en la pantalla táctil de los dispositivos. Las diferencias entre las versiones en papel y en tablet de los instrumentos no son cualitativamente distintas, ya que los niños deben señalar la opción seleccionada en la versión en papel y tocar la pantalla en la versión digital. Sin embargo, en el caso de ToL el procedimiento es cualitativamente distinto, ya que la versión material presenta una base y piezas de madera manipulables, mientras que en la versión digital se debe pulsar la pantalla. A pesar de esto, se han usado versiones digitales que no han reportado dificultades en este punto (Grau & Moreira, 2017).

Plan de análisis

Se realizaron análisis descriptivos de los principales indicadores de los instrumentos aplicados. Como los datos no presentaron una distribución normal, además de la media, se reportan la mediana y los percentiles. Las métricas que se muestran son las relacionadas con el acierto en el uso del instrumento. En las tablas de cada test se muestran los datos de estudios nacionales e internacionales tomados como referencia. Si solo se informaron las medias, se asume una distribución normal y se equiparan a las medianas, para cotejar los valores.

Para comparar los resultados de este estudio con los de referencia se realizaron tratamientos de los datos de estos últimos. En el caso de Moreira & Curione (2015), para las puntuaciones de WCST y RCPM se promediaron los valores de línea de base de los grupos experimental y control, ya que estos no presentaron los efectos de la intervención; las puntuaciones de RCPM además se convirtieron a valores porcentuales para permitir la comparación. Por otro lado, se obtuvo la media ponderada de los datos de los subgrupos presentados por Coelho et al. (2012) (9 y 10 años) para el test de WCST y los subgrupos de Bull et al. (1999) (alto y bajo rendimiento en matemática) en

los tests de WCST y Corsi. Para el test RCMP de Anum (2014) y Raven et al. (1996) se ponderó el promedio de los subgrupos y los datos se convirtieron a valores porcentuales. Finalmente, los datos pre-intervención del test MR (De Lisi & Wolford, 2002) se convirtieron a porcentajes para compararlos con los resultados de la presente investigación, que utilizó una versión de 28 ensayos frente a la de 39 de De Lisi & Wolford (2002). Esta normalización permite subsanar la diferencia de escalas.

Para el análisis estadístico entre los indicadores de los tests de FE (WCST, Corsi, ToL, RCMP) con el test de rotación mental (MR) se realizaron correlaciones no paramétricas. Además, se compararon los estadísticos de cada instrumento según sexo. Para este análisis se empleó la prueba de rangos de U Mann-Whitney.

Se consideró el valor $r = .20$ como el efecto mínimo recomendado en ciencias sociales; $r > .50$, correlación moderada; $r > .80$, correlación alta (Ferguson, 2009).

Resultados

Test de Clasificación de Tarjetas de Wisconsin

La Tabla 1 muestra los resultados de los indicadores de WCST y se los compara con estudios anteriores, que en todos los casos aplicaron la misma versión del test.

Tabla 1

Tabla comparativa de los resultados del Test de Clasificación de Tarjetas de Wisconsin y antecedentes

Estadístico	Mena, (2021) N= 75	Heaton et al. (2009) N= 89	Grau & Moreira Ajudrecistas N= 14	& Grau & Moreira (2017) No ajed. N= 14	Moreira & Curione (2015) N= 49	Coelho et al. (2012) N= 155	Bull et al. (1999) N= 44
Media (DT)	4,17 (1,76)	5,41	-----	-----	3,16	3,41	5,80
Mediana	5,00	-----	6,00	4,00	3,00	-----	-----
CCC Percentil 25	3,00	-----	2,00	2,00	1,59	-----	-----
Percentil 75	6,00	-----	6,00	5,00	4,80	-----	-----
Media (DT)	18,81 (9,17)	13,47	-----	-----	23,37	22,10	11,75
Mediana	16,41	-----	17,00	21,00	18,46	-----	-----
PEP Percentil 25	12,40	-----	13,00	16,00	15,49	-----	-----
Percentil 75	21,88	-----	30,00	25,00	26,72	-----	-----
Media (DT)	54,79 (14,36)	67,09	-----	-----	42,44	43,90	-----
Mediana	56,69	-----	61,00	55,00	45,22	-----	-----
PRC Percentil 25	46,88	-----	32,00	30,00	28,67	-----	-----
Percentil 75	65,63	-----	72,00	59,00	54,05	-----	-----

Nota: ccc wcst: cantidad de categorías completadas; pep wcst: porcentaje de errores perseverativos; prc wcst: porcentaje de respuestas conceptuales

Los datos señalan que el valor de CCC obtenido fue inferior a los de Heaton et al. (2009) y Bull et al. (1999), pero superior a Coelho et al. (2012). Este valor puede considerarse alto, ya que el máximo posible es 6. Además, más del 25% de los estudiantes completaron todas las categorías ($P75= 6$). La mediana de PEP es menor a la de Moreira & Curione (2015) y se acerca al valor de los ajedrecistas de Grau & Moreira (2017) ($Mdn= 17$). Esto indica que los niños de este estudio cometieron un porcentaje de errores perseverativos similar al de niños con entrenamiento en ajedrez. Además, el valor promedio de errores perseverativos es menor al de Coelho et al. (2012), aunque no es posible hacer una verificación estadística al carecer de la desviación típica (DT) de dichos autores. En PRC la mediana obtenida ($Mdn= 56,69$) fue cercana a la de los no ajedrecistas de Grau & Moreira (2017) ($Mdn= 55$). Si bien el promedio se encuentra entre los valores reportados por Heaton et al. (2009) y Coelho et al. (2012), la ausencia del dato de DT impide determinar la relevancia estadística de esta diferencia. Además, las elevadas DT (en PEP, cercana al 50% de la media) limitan la comparabilidad de los resultados.

Cubos de Corsi

En la Tabla 2 se presenta el resultado de *span* visual y se lo compara con los resultados de dos estudios normativos internacionales.

Tabla 2

Tabla comparativa de los resultados del test de Cubos de Corsi y antecedentes

	Estadístico	Mena (2021) N= 74	Hernández et al. (2012) N= 498	Farrel Pagulayan, Busch, Medina, Bartok & Krikorian (2006) N= 48	Bull et al. (1999) N= 44
	Media (DT)	5,62 (1,22)	5,00	5,75	4,14
Span visual	Mediana	6	5,00	-----	-----
	Percentil 25	5	4,33	-----	-----
	Percentil 75	7	6,00	-----	-----

La media y la mediana de la presente investigación fueron cercanas a la media presentada por Farrell Pagulayan et al. (2006) y menos de un punto por encima de los resultados de Hernández et al. (2012). Por otro lado, el percentil 75 (P75= 7) de la presente investigación muestra que más de la cuarta parte de los sujetos alcanzaron el máximo valor del *span* (secuencia completa).

Rotación mental

La Tabla 3 muestra el resultado de la Tasa de acierto MR y lo compara con el estudio de De Lisi & Wolford (2002).

Tabla 3

Tabla comparativa de los resultados de Rotación Mental y antecedentes

	Estadístico	Mena (2021) N= 73	De Lisi & Wolford (2002) N= 47
	Media (DT)	77,91 (23,21)	78,29
Tasa de acierto	Mediana	88,00	-----
	Percentil 25	62,50	-----
	Percentil 75	96,43	-----

Los resultados muestran que el desempeño general de los estudiantes del presente trabajo fue alto, teniendo en cuenta el valor del percentil 25 (P25= 62,50%) y del valor del percentil 75 que estuvo cercano al máximo posible. Los resultados de De Lisi & Wolford (2002), si bien con niños de menor edad y otra versión del test, están por debajo de la mediana obtenida en esta investigación (Mdn= 88,00).

Matrices Coloreadas Progresivas de Raven

En la Tabla 4 se presentan los resultados de la Tasa de acierto de RCPM y se los compara con estudios anteriores.

Tabla 4.

Tabla comparativa de los resultados de Matrices Coloreadas Progresivas de Raven y antecedentes

	Estadístico	Mena (2021) N= 75	Raven et al. (1996) Dumfries, 1982 N= 191	Raven et al. (1996) 1986 N= reportado*	Anum (2014) Ghana (9 y 10 a) N= 278	Moreira & Curione (2015) N= 49
	Media (DT)	72,99 (16,51)	-----	-----	-----	71,38
Tasa de acierto	Mediana	75,00	79,94	76,38	46,56	75,05
	Percentil 25	63,89	67,35	62,50	38,95	61,11
	Percentil 75	83,33	86,79	86,80	53,58	83,39

Nota: *La mediana y los percentiles son valores promedio (no ponderado) de las diferentes edades reportadas en el trabajo, debido a que no se especifica el n de cada subgrupo

Los resultados obtenidos son cercanos a los de Moreira & Curione (2015) en tercer año, tanto en mediana como percentiles, pese a que son aproximadamente un año menor a los de este estudio. Los estudios de Raven et al. (1996) señalan, en ambos casos, que los valores se encuentran próximos a los informados en este estudio, aunque son superiores tanto en la mediana como en el Percentil 75. El estudio realizado en Ghana (Anum, 2014) muestra valores muy inferiores a los del resto.

Torre de Londres

La Tabla 5 presenta los datos de Eficiencia ToL y los compara con el estudio de Grau & Moreira (2017), que trabajaron con grupos de ajedrecistas y no ajedrecistas.

Tabla 5.

Tabla comparativa de los resultados de Torre de Londres y antecedentes

	Estadístico	Mena (2021) N= 74	Grau & Moreira (2017) Ajedrecistas N= 14	Grau & Moreira (2017) No ajedrecistas N= 14
	Media	6,35 (2,46)	-----	-----
	(DT)			
	Mediana	5,78	2,06	2,94
Eficiencia	Percentil 25	5,07	1,27	2,29
	Percentil 75	6,95	2,52	3,58

Los resultados muestran que la mediana de Eficiencia de la presente investigación es superior a los valores de ajedrecistas y no ajedrecistas del antecedente. Por otra parte, el percentil 25 (P25= 5,07), es superior al percentil 75 de los no ajedrecistas de Grau & Moreira (2017) (P75= 3,58). Esto significa que los participantes con el rendimiento más bajo del estudio de referencia resolvieron la tarea en menos movimientos que los participantes con rendimiento más alto del presente trabajo.

Resultados de las correlaciones entre FE y rotación mental

En la Tabla 6 se presentan los resultados de las correlaciones entre los tests que miden FE (WCST, Corsi y ToL) y la tasa de acierto del test MR. Además, se muestra la correlación entre MR y el test RCPM, teniendo en cuenta que este es una medida de razonamiento visoespacial (Raven et al., 1996).

Tabla 6.

Tabla de correlaciones no paramétricas entre los instrumentos de Funciones Ejecutivas y Rotación Mental

	CCC WCST (r=73)	PRC WCST (r=73)	Span Corsi (r=73)	Eficiencia ToL (r=73)	TAc Raven (r=73)
Tasa Acierto MR	,30**	,29*	,31**	-,37**	,51**

Nota: Resultados significativos (*p < ,05; **p < ,01).

CCC WCST: Cantidad de Categorías Completadas; PRC WCST: Porcentaje de Respuestas Conceptuales; TAc Raven: Tasa de Acierto.

Los datos señalan que existe una asociación positiva y significativa entre los indicadores de WCST y MR, es decir cuanto mayor es el desempeño en WCST, mayor es la habilidad en rotación mental. Del mismo modo, Eficiencia ToL, presenta una correlación negativa y significativa con Tasa de Acierto MR, mostrando que cuanto menor es la cantidad de movimientos realizados para resolver una tarea, mayor es la habilidad en rotación mental. Por su parte, la memoria de trabajo visoespacial medida por *span* visual de Corsi mostró asociaciones significativas con el test MR. Finalmente, los datos obtenidos muestran una correlación moderada entre MR y Raven.

Resultados desempeño varones/ mujeres

En la Tabla 7 se reportan las medianas de desempeño por sexo. Los datos mostraron algunas diferencias en el desempeño entre varones y mujeres, que no son estadísticamente significativas, según la prueba de rangos de U Mann Whitney.

Tabla 7.

Tabla de resultados de indicadores de WCST según sexo.

	Estadístico	Mujeres	Varones	Sig.
CCC		5,00	4,50	0,91
PEP (%)	Mediana	18,75	16,02	0,33
PRC (%)		53,13	57,87	0,61
Span visual Corsi	Mediana	6,00	6,00	0,93
TAc MR (%)	Mediana	89,29	84,86	0,33
TAc Raven (%)	Mediana	75,00	77,12	0,86
Eficiencia ToL	Mediana	5,50	6,07	0,35

Nota: CCC: Cantidad de Categorías Completadas WCST; PEP: Porcentaje de Errores Perseverativos WCST; PRC: Porcentaje de Respuestas Conceptuales WCST; TAc MR: tasa de acierto MR; TAc Raven: tasa de acierto Raven

Discusión y conclusiones

Esta investigación fue realizada con 75 estudiantes de cuarto año de dos centros educativos de Montevideo, correspondiente a una institución privada y a una pública de quintil 5, el más alto para el sistema educativo uruguayo. Teniendo en cuenta estos aspectos este trabajo puede considerarse una aproximación al desempeño de una determinada población uruguayo en estas habilidades.

El valor de CCC en el WCST fue inferior a estudios previos (Heaton et al., 2009; Bull et al., 1999) y superior a Coelho et al. (2012). Estas diferencias no pueden ser atribuidas al instrumento ni al modo de aplicación, ya que se empleó la misma versión y se siguió el manual (Heaton et al., 2009); pero podrían explicarse por la selección de la muestra o por eventuales diferencias culturales. Sin embargo, este estudio permite obtener

información descriptiva de una población específica, lo que puede considerarse un nuevo aporte que complementa los hallazgos de investigaciones nacionales previas.

Con respecto al test RCPM existen normas que varían según los países, así como diferencias culturales que, sin embargo, no afectarían la validez del instrumento como herramienta de evaluación del razonamiento y la espacialidad (Raven et al., 1996). En ese sentido, los datos de este trabajo confirmarían los valores esperados para niños de las edades estudiadas (Raven et al., 1996). A pesar de esto, Raven et al. (1996) plantean que existen diferencias de enfoque en cuanto a la influencia de los aspectos idiosincráticos y culturales que se reflejan en los resultados de las distintas poblaciones. Este es el caso del estudio de Anum (2014) que contó con poblaciones rurales y urbanas de Ghana, lo que podría implicar una mayor variabilidad en el perfil muestral dadas las diferentes características de las poblaciones consideradas, mientras que en el presente estudio participó una institución privada y una de quintil 5, pudiendo implicar una mayor homogeneidad de la muestra. Los datos obtenidos de la comparación a nivel nacional (Moreira & Curione, 2015) no confirman la progresión esperable de acuerdo a la curva de desarrollo por edad (Raven et al., 1996), ya que niños de diferente edad presentaron resultados similares. En dicha curva, los estudiantes del presente trabajo se encuentran en el nivel esperado, mientras que los del estudio de Moreira & Curione (2015) se encuentran adelantados, esto podría deberse a efectos de la muestra.

En ToL no es posible establecer criterios de comparación con antecedentes, el estudio de referencia (Grau & Moreira, 2017), tiene la limitación de no considerar los cuatro últimos ensayos, lo que influye en el valor del indicador. Sin embargo, el presente trabajo puede considerarse como un aporte de información que genere evidencia a complementar en estudios futuros.

En cuanto a las correlaciones entre FE y el test MR (Tabla 6), los resultados muestran una asociación positiva y significativa entre Tasa de acierto MR y *Span* visual Corsi lo que señala que la rotación mental se ve incrementada cuando aumenta la capacidad de

contener y manipular información visoespacial en la memoria de trabajo. A pesar de que estos datos están limitados a la población estudiada, debido a la forma de selección de la muestra empleada, los resultados son acordes con los obtenidos en estudios precedentes (He, Li & Yin, 2019; Miyake et al., 2001). Investigaciones en este campo mediante el uso de pruebas de memoria de trabajo visoespacial, señalaron que las transformaciones mentales, sobre todo de figuras especulares, demandan una gran cantidad de recursos de la memoria de trabajo asociado a la memoria visoespacial (Pérez et al., 2014). Si bien dicho estudio fue realizado con adultos jóvenes, se asume que estas correlaciones estarían presentes en etapas anteriores, como muestran nuestros resultados. Además, los estudiantes de Bull et al. (1999), dos años más jóvenes que los de la presente investigación, obtuvieron resultados inferiores, lo que sugiere un desarrollo progresivo de la memoria visoespacial. Hernández et al. (2012) señalan este aspecto progresivo y mencionan un salto madurativo en las FE entre los 9 y 10 años, asociado al desarrollo de la corteza prefrontal. Asimismo, la correlación obtenida entre MR y RCPM mostraría el vínculo entre la rotación mental y el razonamiento espacial identificado a través de tareas que presentan conjuntos espaciales relacionados (Raven et al., 1996).

En relación a la asociación entre el test MR y ToL, los resultados sugieren que las habilidades de resolución de problemas y planificación se desarrollan en un sentido similar a la rotación mental. La correlación entre la planificación y aspectos visoespaciales ha sido discutida en gran medida y estudios precedentes mostraron asociaciones entre tareas que miden FE y el desempeño visoespacial, lo que ha llevado a sostener que la planificación y el procesamiento de información visoespacial están vinculados (Miyake et al., 2001). Sin embargo, en el aspecto específico de rotación mental no se habían reportado asociaciones (He et al., 2019).

Los indicadores CCC y PRC de WCST presentaron correlaciones significativas con tasa de acierto MR, lo que sugiere una asociación entre la flexibilidad cognitiva y la rotación

mental durante el desarrollo. Esto es coherente con lo señalado por Ebersbach & Hagedorn (2011) quienes expusieron que la flexibilidad cognitiva medida por WCST está presente en tareas de representación espacial que involucran distintos ángulos de rotación. A pesar de las correlaciones observadas en dicho estudio, WCST no sería eficiente como predictor significativo en relación a los componentes visoespaciales (Ebersbach & Hagedorn, 2011). En consonancia con esto, en el presente estudio, las correlaciones más débiles son las de estos dos constructos, lo que sugiere mayor independencia entre ambos.

En cuanto a los resultados por sexo, la ausencia de diferencias significativas en los tests comparativos, confirma lo observado en la mayoría de los estudios internacionales, a excepción de una tendencia reportada en ocasiones a favor de los varones en el test de rotación mental (Quaiser-Pohl, 2003; De Lisi & Wolford, 2002). De todas formas, esto no se observó en el presente estudio, lo que podría deberse al perfil muestral y es necesario que futuros estudios ahonden en relación a este punto.

El estudio presenta algunas limitaciones. Una de ellas refiere a su alcance, debido al tamaño pequeño de la muestra. Además, algunos datos de referencia presentan limitaciones para su comparación por alguna diferencia en la edad o versión del test (MR). Sin embargo, los resultados son válidos para la muestra y tienen valor exploratorio para escuelas de condiciones y contextos similares. Asimismo, la selección de antecedentes podría presentar sesgos u omisiones.

Como conclusiones de este estudio, los resultados sugieren una estrecha relación entre los constructos observados en la franja etaria estudiada, respaldando la idea presentada por Doebel (2020) sobre la dificultad de separar los componentes de las FE. De todas formas, la aplicación de tests que miden estas funciones, así como los aspectos visoespaciales en distintas etapas, permite el seguimiento de estas habilidades a modo de cribado para identificar situaciones de riesgo. La implementación de tareas que realicen un monitoreo en ambientes ecológicos (McCoy, 2019) favorecería el

seguimiento y la evaluación de los procesos cognitivos, proporcionando información más confiable para la toma de decisiones a partir de los datos obtenidos. Por otra parte, la asociación encontrada entre FE y rotación mental abre la puerta al estudio de un vínculo entre estas y el desempeño estudiantil. En ese sentido, los resultados de este estudio pueden considerarse como una contribución para comprender los desempeños en FE y rotación mental en niños de 9 y 10 años en Uruguay. Posteriores estudios podrán ampliar esta información y proporcionar datos adicionales sobre la población escolar uruguaya en relación con este tema.

Referencias

- Anum, A. (2014). A Standardisation study of the Raven's Coloured Progressive Matrices in Ghana. *IFE Psychologia*, 22(2), 27-35.
- Blüchel, M., Lehmann, J., Kellner, J., & Jansen, P. (2012). The improvement in mental rotation performance in primary school-aged children after a two-week motor-training. *Educational Psychology*, 33, 1-12.
- Bull, R., Johnston, R., & Roy, J. (1999). Exploring the Roles of the Visual-Spatial Sketch Pad and Central Executive in Children's Arithmetical Skills: Views From Cognition and Developmental Neuropsychology. *Developmental Neuropsychology*, 15(3), 421-442.
- Coelho, L. F., Rosário, M. C., Savio Mastrorosa, R., Miranda, M. C., & Amodeo Bueno, O. F. (2012). Performance of a Brazilian sample on the computerized Wisconsin Card Sorting Test. *Psychology & Neuroscience [online]*, 5(2), 147-156. <https://doi.org/10.3922/j.psns.2012.2.04>
- Corsi, P. (1972). *Memory and the medial temporal region of the brain*. Unpublished (Doctoral dissertation, McGill University, Montreal, QB).
- Dansilio, S., Horta Puricelli, K., Beisso, A., Agudelo, N., Larrea, F., Zubillaga, C., & Cerda, K. (2010). La Torre de Londres durante el desarrollo en edad escolar:

- Normas de rendimiento en una población uruguaya. *Revista Argentina de Neuropsicología*, 15, 14-33.
- De Lisi, R., & Wolford, J. (2002). Improving Children's Mental Rotation Accuracy With Computer Game Playing, *The Journal of Genetic Psychology*, 163(3), 272-282.
- Diamond, A. (2013). Executive Functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135-168.
- Doebel, S. (2020). Rethinking Executive Function and Its Development. *Perspect Psychol Sci.* 15(4), 942-956. <https://doi.org/10.1177/1745691620904771>.
- Ebersbach, M., & Hagedorn, H. (2011). The Role of Cognitive Flexibility in the Spatial Representation of Children's Drawings. *Journal of cognition and development*, 12(1), 32–55.
- Farrell Pagulayan, K., Busch, R. M., Medina, K. L., Bartok, J. A., & Krikorian, R. (2006). Developmental normative data for the Corsi Block-tapping task. *J Clin Exp Neuropsychol.*, 28(6), 1043-52.
- Ferguson, C. J. (2009). An effect size primer: A guide for clinicians and researchers. *Professional Psychology: Research and Practice*, 40(5), 532–538. <https://doi.org/10.1037/a0015808>.
- Gerosa, A., Koleszar, V., Gómez-Sena, L., Tejera, G., & Carboni, A. (2019). Educational Robotics and Computational Thinking Development in Preschool. XIV *Latin American Conference on Learning Technologies (LACLO)*, 1, 226-230.
- Grau, G., & Moreira, K. (2017). A study of the influence of chess on the Executive Functions in school-aged children / Estudio del impacto del ajedrez sobre las Funciones Ejecutivas en niños de edad escolar. *Estudios de Psicología*, 38(2), 473-494.
- He, Z. H., Li, B. H., & Yin, W. G. (2019). Executive Function and Mental Rotation During Middle Childhood: The Effect of Age. *The Journal of Genetic Psychology*, 180(2-3), 96-102. <https://doi.org/10.1080/00221325.2019.1582474>.

- Heaton, R., Chelune, G., Talley, J., Kay, G., & Curtiss, G. (2009). *Test de Clasificación de Tarjetas de Wisconsin. Manual* (3a ed.). Madrid: TEA.
- Hernández, S., Díaz, A., Jiménez, J. E., Martín, R., Rodríguez, C., & García, E. (2012). Datos normativos para el test de Span Visual: estudio evolutivo de la memoria de trabajo visual y la memoria de trabajo verbal. *European Journal of Education and Psychology*, 5(1), 65-77.
- McCoy, D. C. (2019). Measuring Young Children's Executive Function and Self-Regulation in Classrooms and Other Real-World Settings. *Clin Child Fam Psychol Rev.*, 22(1), 63-74. <https://doi.org/10.1007/s10567-019-00285-1>.
- Mena, M. (2021). Aplicación del juego Komikan para la observación de habilidades cognitivas. (Tesis de maestría, Universidad de la República, Montevideo). Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12008/27718>
- Miyake, A., Friedman, N. P., Rettinger, D. A., Shah. P., & Hegarty, M. (2001). How are visuospatial working memory, executive functioning, and spatial abilities related? A latent-variable analysis. *Journal of Experimental Psychology Gen.*, 130(4), 621-640.
- Moreira, K., & Curione, K. (2015). *Informe Técnico Proyecto Ajedrez y Cognición (CSIC I+D, Convocatoria 2012)*. Montevideo: Universidad de la República.
- Pérez, A., Mammarella, I., Del Prete, F., Bajo, T., & Cornoldi, C. (2014). Capacidad geométrica y memoria visoespacial en población adulta. *Psicológica*, 35(2), 225-249.
- Quaiser-Pohl, C. (2003). The mental cutting test "Schnitte" and the picture rotation test—two new measures to assess spatial ability. *International Journal of Testing*, 3(3), 219–231.
- Raven, J. C., Court, J. H., & Raven, J. (1996). *Test de Matrices Progresivas. Escalas Coloreada, General y Avanzada. Manual*. Buenos Aires: Paidós SAICF.

Stieff, M. (2007). Mental rotation and diagrammatic reasoning in science. *Learning and instruction, 17*(2), 219-234.

Tartre, L. A. (1990). Spatial Orientation Skill and Mathematical Problem Solving. *Journal for Research in Mathematics Education, 21*(3), 216-229.

Declaración de contribución de los/as autores/as

MM y FG contribuyeron al diseño, implementación de la investigación, análisis y discusión de resultados. MM y AA contribuyeron en la discusión de resultados, escritura y versión final del manuscrito.

Disponibilidad de datos

Los datos se encuentran disponibles para quien desee consultarlos. En ese caso debe solicitarlos al correo marcelamenarey@gmail.com que les será enviado, ya que no se encuentran en ningún servidor.

Editor/a de sección

La editora de sección de este artículo fue Valentina Paz.

ORCID ID: 0000-0002-2401-5472

Formato de citación

Mena, M., González Perilli, F. y Amaya, A. (2024). Observación de flexibilidad cognitiva, habilidades visoespaciales y resolución de problemas en niños de cuarto año de dos escuelas de Montevideo. *Psicología, Conocimiento y Sociedad, 14*(2), e1426. doi: <http://dx.doi.org/10.26864/PCS.v14.n2.6>
