

Capacidades espaciales dinámicas en educación física: propuesta de evaluación innovadora

Dynamic spatial abilities in physical education: a proposal for an innovative assessment

¹Saúl González Rosas

Resumen

El objetivo de este estudio fue diseñar pruebas dinámicas para evaluar las capacidades espaciales en estudiantes de tercer grado de primaria mediante juegos de mesa abstractos. Con un estudio transversal analítico, compuesto por una muestra por conveniencia de 12 estudiantes de entre 8 y 9 años. Los instrumentos desarrollados abordaron 4 dimensiones de las capacidades espaciales descritas por Carroll (1993): relaciones espaciales, flexibilidad de cierre, escaneo espacial y memoria visual. El análisis factorial exploratorio identificó 3 factores principales que evidenciaron la independencia conceptual de las dimensiones de flexibilidad de cierre, relaciones espaciales y memoria visual, aunque se detectó una convergencia parcial entre flexibilidad de cierre y escaneo espacial. Los índices de consistencia interna, con alfas de Cronbach entre 0.748 y 0.904, respaldaron la fiabilidad de los instrumentos. Los hallazgos destacan la utilidad de integrar pruebas dinámicas en la Educación Física, contribuyendo al desarrollo y evaluación de habilidades espaciales en contextos educativos.

Palabras clave: capacidades espaciales dinámicas, Educación Física, juegos de mesa abstractos, pruebas dinámicas.

Abstrac

The objective of this study was to design dynamic tests to assess spatial abilities in third-grade primary school students using abstract board games. A cross-sectional analytical study was conducted with a convenience sample of 12 students aged 8 to 9 years. The instruments developed targeted 4 dimensions of spatial abilities described by Carroll (1993): spatial relations, closure flexibility, spatial scanning, and visual memory. Exploratory factor analysis identified 3 main factors, demonstrating the conceptual independence of closure flexibility, spatial relations, and visual memory, although partial convergence between closure flexibility and spatial scanning was observed. Internal consistency indices, with Cronbach's alpha ranging from 0.748 to 0.904, supported the reliability of the instruments. The findings highlight the usefulness of integrating dynamic tests into Physical Education, contributing to the development and evaluation of spatial abilities in educational contexts.

¹Estudiante de la Licenciatura en Educación Física de la Benemérita Escuela Normal Veracruzana Enrique C. Rébsamen, ORCID <https://orcid.org/0009-0002-1504-2556>

Keywords: dynamic spatial abilities, Physical Education, abstract board games, dynamic tests.

Introducción

El estudio de las capacidades espaciales dinámicas en el ámbito de la educación física sigue siendo un terreno poco explorado, en gran medida por la falta de consenso en su conceptualización y clasificación. Entre los primeros esfuerzos por evaluar estas capacidades, destaca la labor de Thurstone (1938), quien diseñó 56 baterías de pruebas, de las cuales 9 conformaron un factor general denominado "S". Dichas pruebas, basadas en lápiz y papel, sirvieron de base para posteriores investigaciones sobre habilidades espaciales.

Posteriormente, Guilford y Lacey (1947) ampliaron este enfoque al crear encuestas para medir la visualización y orientación espacial, buscando evaluar de manera individualizada habilidades como la discriminación direccional y la finalización visual. Más tarde, Lohman (1979) señaló que no se había avanzado lo suficiente en la comprensión de las distintas estrategias mentales que emplean las personas para resolver tareas espaciales, cuestionando la predominancia de pruebas cronometradas y de respuesta cerrada; para él, la inclusión de ítems de respuesta libre y la observación de las estrategias de resolución permitirían un análisis más preciso de las capacidades espaciales.

En línea con estas críticas, Pellegrino et al. (1987) propusieron la necesidad de incluir actividades dinámicas y computarizadas para captar cómo las personas se desenvuelven en entornos reales, superando las limitaciones de las pruebas estáticas de lápiz y papel. Siguiendo esta evolución en el diseño de instrumentos, Larson (1996) exploró si la habilidad espacial dinámica, medida mediante estímulos de movimiento, podía distinguirse de la habilidad espacial estática, descubriendo que la identificación de un factor único dependía del tipo de tareas utilizadas.

Este interés por comprender las capacidades espaciales desde una perspectiva más integral continuó con Ho y Eastman (2005), quienes enfatizaron la complejidad de su evaluación y desarrollo, destacando la influencia de las estrategias de resolución de problemas y las representaciones externas. Más recientemente, Newcombe y Shipley (2015) plantearon un marco conceptual que divide las habilidades espaciales en subcategorías específicas, demostrando además que estas habilidades son maleables y pueden ser entrenadas con intervenciones adecuadas.

En esta línea, investigaciones como la de Lasc et al. (2025) han incorporado pruebas estáticas y dinámicas para examinar la relación entre habilidades espaciales a pequeña y gran escala en niños de 4 a 9 años. Estas pruebas han permitido identificar cómo las capacidades a pequeña escala influyen en la orientación espacial a gran escala, subrayando la importancia de diseñar programas de entrenamiento que fortalezcan estas competencias desde edades tempranas, promoviendo así un desarrollo más integral de las capacidades espaciales.

Con los antecedentes mencionados, se denota la predominancia de la psicología cognitiva como principal disciplina en el estudio y diseño de instrumentos para evaluar las capacidades espaciales. En cambio, en el área de la educación física se desconocen pruebas específicas que evalúen las capacidades espaciales dinámicas. Más bien, existe un gran repertorio de propuestas de secuencias didácticas, las cuales no contribuyen al conocimiento sobre si una capacidad espacial se está viendo favorecida. Por ello, a través de este estudio no solamente se abona al diseño de pruebas para evaluar capacidades espaciales dinámicas, sino que también se proporcionaría a los educadores físicos de instrumentos de evaluación de aspectos que hasta ahora no han sido evaluados en esta área, así como una posible incorporación conceptual de las percepciones visuales que componen a las capacidades espaciales, tales como las que propone Carroll (1993).

Con el interés en esta problemática, se planteó como objetivo de estudio diseñar pruebas dinámicas para evaluar las capacidades espaciales dinámicas a través de juegos de mesa abstractos en estudiantes de 3° de primaria. Asimismo, analizar la estructura subyacente de los instrumentos diseñados mediante un análisis factorial exploratorio.

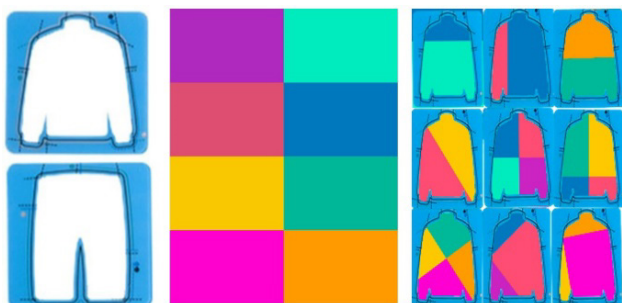
Método

El estudio fue de tipo transversal analítico de enfoque cuantitativo y alcance exploratorio. La muestra por conveniencia estuvo compuesta por 12 estudiantes de entre 8 y 9 años, pertenecientes al 3° o de primaria. Se diseñó y aplicó una escala descriptiva como instrumento principal para las 4 pruebas, la cual permitió registrar los niveles de desempeño en 4 dimensiones de las capacidades espaciales descritas por Carroll (1993): relaciones espaciales (SR), flexibilidad de cierre (CF), escaneo espacial (SS) y memoria visual (VM).

En la prueba correspondiente a la CF, se utilizó el juego “Encuentra la prenda” (véase figura 1). El objetivo principal de este juego es identificar figuras compuestas de diversos colores en un tablero. La actividad consiste en revelar una carta que indica la figura específica que el jugador debe localizar en el tablero. Para ello, el jugador puede girar tanto el tablero como un marco que delimita las áreas de búsqueda.

Figura 1.

Prueba “encuentra tu prenda”



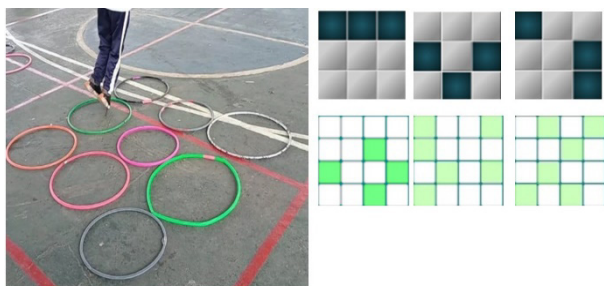
La escala descriptiva utilizada para evaluar esta tarea incluyó 3 indicadores: velocidad de detección, identificación de patrones ocultos y exploración. El primer indicador registró el tiempo necesario para identificar los patrones, clasificándose desde 17 segundos como desempeño sobresaliente, hasta 46 segundos o más como el menos destacado. El segundo indicador evaluó la habilidad para localizar y completar las figuras indicadas. Un desempeño excelente implicaba identificar las 10 figuras solicitadas, mientras que uno insuficiente reflejaba la localización de menos de 6 figuras.

El tercer indicador analizó la exploración, enfocándose en la capacidad del participante para girar el tablero y el marco, lo que permitía completar figuras parcialmente observadas. Un puntaje alto correspondía a sujetos que manipulaban tanto el tablero como el marco en ambos sentidos, demostrando una comprensión avanzada del concepto de flexibilidad de cierre. Un desempeño insuficiente reflejaba la ausencia de estas manipulaciones, lo que limitaba la capacidad de completar las figuras.

En la prueba de VM, se evaluó la capacidad de los estudiantes para recordar y reproducir patrones específicos de formas en un tablero compuesto por aros (véase figura 2). El procedimiento consistió en que el docente mostrara al participante una imagen con un patrón de cuadros oscuros durante 5 segundos. Posteriormente, el alumno debía reproducir físicamente el patrón observado, colocándose dentro de los aros que correspondían a las posiciones oscuras visualizadas. La prueba incluyó 6 niveles progresivos de complejidad: los 3 primeros estaban conformados por un tablero de 9 aros, mientras que los 3 niveles finales incrementaron la dificultad al utilizar un tablero de 16 aros.

Figura 2.

Prueba de memoria visual



Los estudiantes que lograron reproducir los 6 patrones completos sin errores obtuvieron una calificación de excelente. Aquellos que reprodujeron 5 patrones completos correctamente obtuvieron una calificación de muy bueno, mientras que reproducir 4 patrones completos correspondió a un desempeño bueno. Se consideró con un desempeño regular a quienes tuvieron 3 patrones completos, y un desempeño suficiente a los que acertaron menos de 3 patrones completos.

En la prueba de SS, se evaluó la capacidad del alumnado para identificar y utilizar rutas óptimas dentro de un tablero 3 x 3 compuesto por aros (véase figura 3). Se le indicó al sujeto que se colocara en el cuadrante inferior derecho y que debía llegar al cuadrante superior derecho. Los movimientos permitidos se limitaban a direcciones ortogonales; los movimientos diagonales y el intercambio de conos entre posiciones no estaban permitidos. Para lograrlo, el estudiante podía desplazarse hacia un cuadrante vacío y manipular los conos hacia este espacio para abrir nuevas rutas.

Figura 3.

Prueba “abrir ruta”



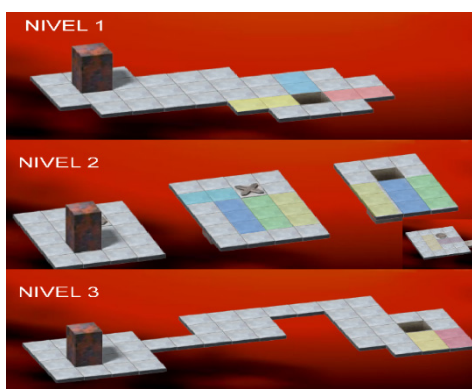
El desempeño se evaluó en 2 aspectos principales: el tiempo empleado y la estrategia de desplazamiento. En cuanto al tiempo, un desempeño excelente correspondió a completar la actividad en menos de 25 segundos, mientras que uno suficiente se reflejaba en tiempos superiores a 56 segundos. En términos de la estrategia, un desempeño excelente implicaba un desplazamiento fluido con una ruta eficiente en forma de escalera, predominantemente en los cuadrantes izquierdos del tablero, sin retrocesos. Los estudiantes con un desempeño muy bueno elaboraron caminos de escalera o Z, con predominancia en los cuadrantes derechos o centrales, dependiendo de la ruta elegida, con algunos movimientos innecesarios. Un desempeño bueno se caracterizó por el uso de una vía en L, con predominancia en los cuadrantes laterales, que requería algunos movimientos adicionales para alcanzar la meta. Un desempeño regular se asoció con rutas en forma de N, en las que el estudiante podía quedar atrapado temporalmente en el centro del tablero, retrocediendo ocasionalmente y requiriendo movimientos adicionales para completar la tarea. Un desempeño suficiente se reflejaba en desplazamientos que recorrían todo el tablero sin una forma específica, con retrocesos frecuentes y una estrategia poco clara, lo que resultaba en movimientos imprecisos e ineficientes.

En el nivel 2, el estudiante comienza nuevamente en el cuadrante inferior derecho y debe llegar al cuadrante superior derecho. Se evaluó la eficiencia de la ruta en función del número de movimientos realizados y la estrategia empleada. Un desempeño excelente se caracterizó por un recorrido en línea recta, en el que el estudiante realizó solo 8 movimientos para completar la tarea. Uno muy bueno correspondió a un recorrido en forma de 9, con 9 movimientos. Uno bueno implicó un recorrido en forma de 9 invertido, con 10 movimientos. Uno suficiente se dio cuando el estudiante utilizó una ruta en sentido horario, con un total de 26 movimientos para llegar al cuadrante superior derecho.

En la tercera prueba, sobre SR, se utilizó un juego de lógica de computadora llamado Block n Roll, donde se aplicaron 3 niveles que graduaban su dificultad. El objetivo principal del juego es guiar un prisma cuadrangular desde su posición única hasta un agujero en el tablero, asegurándose de que el bloque caiga dentro del agujero en posición vertical (véase figura 4). El sujeto utilizó las teclas de flecha del computador para mover el bloque con movimientos ortogonales. Cada vez que el bloque se mueve, su orientación cambia, lo que implicó pensar con anticipación para posicionarlo correctamente sin que caiga de la plataforma.

Figura 4.

Block n roll



El análisis se centró en el desempeño de los estudiantes en el nivel 1 del juego. Se consideró tanto la eficiencia del trayecto seleccionado como la precisión del control ejercido sobre el prisma. Un desempeño excelente correspondió a aquellos estudiantes que lograron dirigir la figura utilizando el camino más corto hasta el agujero sin que esta cayera de la plataforma en ningún momento.

Un desempeño muy bueno se observó cuando el estudiante, aunque utilizó el camino más corto, ocasionalmente optó por caminos alternativos hacia el cuadrante izquierdo, cayendo una vez de la plataforma. Un desempeño bueno correspondió al uso de una ruta intermedia hacia el cuadrante izquierdo, con un total de 2 caídas del prisma.

Los estudiantes con un desempeño regular también utilizaron una ruta intermedia hacia el cuadrante izquierdo, pero incluyeron movimientos hacia cuadrantes de la zona derecha y presentaron entre 3 y 4 caídas del prisma. Finalmente, un desempeño suficiente implicó el uso del camino más largo hacia el cuadrante derecho, con más de 5 caídas del prisma, evidenciando una menor comprensión espacial y dificultades en el control del objeto.

Este diseño permitió evaluar de manera sistemática las habilidades de rotación y manejo espacial a través de un entorno interactivo, proporcionando información relevante sobre el desempeño de los estudiantes en tareas que requieren precisión y planificación espacial.

En el nivel 2, se incluyeron plataformas separadas, un botón circular, un interruptor en forma de X y un agujero final. El procedimiento comenzó con el posicionamiento inicial del prisma, que podía colocarse en 2 ubicaciones distintas. Si el prisma iniciaba en el cuadrante

amarillo, representaba la ruta más eficiente para completar el nivel. En cambio, si se comenzaba en el cuadrante morado, se habilitaban 3 trayectorias posibles tras la activación del interruptor en forma de X.

La interacción con el botón circular varió dependiendo de la orientación del prisma al presionar el botón, ya sea con su base o con una de sus caras laterales. Al activarlo con la base, el trayecto habilitado solía ser más directo, mientras que la activación con las caras laterales requería más movimientos para llegar al objetivo. Una vez que el botón circular era activado, se desbloqueaba el interruptor en forma de X, que debía ser presionado para abrir el acceso al agujero final. Dependiendo de la posición inicial del prisma y las trayectorias seleccionadas tras la activación de la X, se determinaban diferentes rutas. Desde el cuadrante amarillo era la trayectoria más eficiente. En el caso del cuadrante morado, las trayectorias podían finalizar en 3 posiciones diferentes: el cuadrante amarillo; el cuadrante verde, con una trayectoria intermedia, y el cuadrante azul marino, con la trayectoria menos eficiente.

La evaluación del desempeño se centró en la eficiencia del trayecto seleccionado, el número de movimientos realizados por el participante y su capacidad para anticipar y planificar las acciones necesarias para llegar al agujero final. También se consideró la precisión al interactuar con los interruptores, reflejando el grado de comprensión y habilidad del participante en la resolución de problemas espaciales en este entorno interactivo.

En el nivel 3 del juego Block n Roll se presenta un trayecto lineal que culmina en un área final, donde el prisma debe caer en un agujero indicado. Dentro de esta área, el cuadrante amarillo representa el camino más corto y eficiente, mientras que el cuadrante rojo indica el trayecto más largo y menos eficiente.

La evaluación del desempeño se centró en 2 aspectos principales: el número de movimientos realizados y la selección del cuadrante final donde se posicionó el prisma antes de caer en el agujero. Un desempeño sobresaliente se caracterizó por el uso del camino más corto hacia el cuadrante amarillo, mientras que uno limitado reflejó trayectorias innecesariamente largas que culminaban en el cuadrante rojo.

Se realizó un análisis descriptivo donde se midieron las medias y la desviación estándar. Asimismo, se consideró incorporar el coeficiente de consistencia interna (alfa de Cronbach). Posteriormente se realizó un análisis inferencial, en el cual se generó una matriz de correlaciones paramétricas.

Finalmente, se llevó a cabo un análisis factorial exploratorio, con el objetivo de identificar factores subyacentes que explican las relaciones entre las variables observadas. Para este análisis se utilizó la técnica de extracción de componentes principales y se aplicó una rotación ortogonal varimax.

Resultados

En la tabla 1, los estadísticos descriptivos reflejan diferencias en el nivel de desempeño de las pruebas aplicadas. La prueba de SR (Block n Roll) obtuvo una media de 2.09 (SD = 0.26) con un alfa de Cronbach de 0.859, lo que indica un desempeño adecuado y alta consistencia interna. Esto sugiere homogeneidad en los resultados de los participantes y confirma la validez del instrumento para evaluar habilidades de planeación espacial. Por otro lado, la CF (“Encuentra tu prenda”) mostró la media más alta (3.52; SD = 0.10) y un alfa de 0.904, reflejando un desempeño superior en la identificación de patrones visuales, con baja variabilidad entre los participantes. La prueba de SS (“Abrir ruta”) presentó la mayor variabilidad (SD = 0.53) y un alfa aceptable de 0.748, lo que sugiere diferencias significativas en cómo los estudiantes abordaron las tareas. Finalmente, la VM tuvo una media de 1.72 (SD = 0.31) con un alfa de 0.848, destacando como un desafío para los participantes, especialmente en los niveles más avanzados de complejidad.

Tabla 1.

Estadísticos descriptivos

	Mean	SD	Alpha
Prueba de relaciones espaciales Block n Roll	2.09	0.26	.859
Prueba de flexibilidad de cierre “Encuentra tu prenda”	3.52	0.10	.904
Prueba de escaneo espacial “Abrir ruta”	1.97	0.53	.748
Prueba de memoria visual	1.72	0.31	.848

La tabla 2 presenta las correlaciones entre las dimensiones evaluadas, destacando una relación positiva significativa entre SS y SR ($r = 0.63$), lo que sugiere que ambas habilidades comparten procesos cognitivos relacionados con la navegación y planificación de trayectorias. Asimismo, se observa una correlación moderada entre VM y CF ($r = 0.62$), lo que indica que estas dimensiones están relacionadas en términos de reconocimiento y manipulación de patrones visuales. Por el contrario, la correlación negativa entre CF y SR (-0.24) refuerza la independencia conceptual de estas dimensiones, destacando la diversidad en los procesos cognitivos que subyacen a estas habilidades.

Tabla 2*Matriz de correlaciones*

		(1)	(2)	(3)	(4)
Prueba para SS	1)	1			
Prueba para VM	2)	0.27	1		
Prueba para CF	3)	-0.14	0.62	1	
Prueba para SR	4)	0.63	0.233	-0.24	1

La tabla 3, correspondiente al análisis factorial exploratorio con rotación varimax, identifica 3 factores principales que validan la estructura subyacente de las pruebas. El Factor 1, asociado a la CF, incluyó cargas altas en velocidad de detección (0.944), precisión (0.914) y exploración (0.745), consolidando esta dimensión como un constructo independiente que refleja habilidades de identificación y manipulación visual precisa.

El Factor 2, relacionado con las SR, integró cargas destacadas en los indicadores de niveles y elección de rutas (entre 0.838 y 0.917), confirmando su consistencia en la evaluación de planeación y navegación espacial. Por su parte, el Factor 3, correspondiente a la VM, mostró cargas significativas en los patrones visuales (de 0.645 a 0.924), validando la independencia de esta dimensión como un constructo relacionado con la retención y reproducción de información visual. Cabe destacar que el SS no emergió como un factor independiente, sino que se asoció con el Factor 2, lo que sugiere que esta dimensión comparte elementos con las habilidades de planeación espacial. Es importante mencionar que las variables tipo de ruta 2, como tiempo del nivel 2, no se consideraron debido a su baja carga factorial y débil correlación con otras dimensiones evaluadas.

Tabla 3.*Matriz de factores con rotación varimax*

		Factor 1	Factor 2	Factor 3
CF	Velocidad de detección		.944	
CF	Precisión		.914	
CF	Exploración		.745	
SR	Nivel 1	.843		
SR	Elección de ruta del nivel 2	.917		
SR	Nivel 2	.911		

SR	Elección de ruta del nivel 2	.838		
SS	Tipo de ruta del nivel 1		.722	
SS	Tiempo del nivel 1		.707	
VM	Patrón visual 1			.645
VM	Patrón visual 2			.924
VM	Patrón visual 3			.708
VM	Patrón visual 4			.799

Discusión

El presente estudio representa un avance significativo en el diseño y la validación de instrumentos para evaluar las capacidades espaciales dinámicas en el ámbito de la educación física. Los resultados obtenidos en el análisis factorial exploratorio permiten consolidar la viabilidad de dichos instrumentos, identificando 3 factores principales que validan la independencia de algunos constructos teóricos y, al mismo tiempo, plantean nuevos desafíos teóricos y metodológicos.

En primer lugar, la identificación de un factor asociado a la CF confirma que este instrumento evalúa efectivamente esta capacidad espacial dinámica. Este hallazgo subraya cómo un estímulo visual perceptual puede activar procesos cognitivos abstractos, permitiendo a los participantes identificar y manipular patrones visuales en un entorno dinámico. Esto contradice enfoques tradicionales en la educación física, que tienden a priorizar conceptualizaciones teóricas relacionadas con la estructuración y proyección espacial, dejando de lado el impacto directo de los estímulos perceptuales.

Por otro lado, el segundo factor identificado corresponde a las SR y destaca la eficacia del instrumento computarizado Block n Roll para evaluar este constructo. Sin embargo, la convergencia entre la CF y el SS en el análisis factorial plantea una discusión crítica. La coincidencia observada sugiere que ambas habilidades comparten procesos subyacentes, como la detección de patrones y la elección de rutas, lo que podría estar influyendo en su agrupación dentro de un mismo factor. Este fenómeno podría deberse a la similitud entre las tareas implicadas en ambos instrumentos: mientras que el SS requiere identificar rutas óptimas, la CF implica reconocer patrones visuales incrustados. En este sentido, sería necesario reconsiderar el diseño del instrumento de SS para futuras investigaciones, con el objetivo de asegurar la independencia conceptual y factorial de estas habilidades.

Finalmente, el tercer factor identificado valida la VM como un constructo independiente y dinámico. Este resultado destaca el potencial de evaluar esta capacidad en el contexto de la educación física, utilizando tareas específicamente diseñadas para promover la retención y reproducción de información visual replicados con una acción motriz. Además, refuerza la idea de que las capacidades espaciales, tal como las plantea Carroll (1993), deben ser incorporadas de manera más detallada en los marcos teóricos de la educación física para facilitar los procesos de evaluación en dichas capacidades.

En este marco, es importante destacar que el dinamismo inherente a esta materia contrasta con los enfoques tradicionales de evaluación de habilidades espaciales, que han priorizado pruebas estáticas. Este estudio reafirma la necesidad de un cambio de paradigma, integrando instrumentos que reflejen las demandas dinámicas propias de las capacidades. La evidencia obtenida sugiere que las habilidades espaciales pueden ser evaluadas mediante actividades prácticas que estimulen simultáneamente capacidades perceptuales y cognitivas.

Conclusión

Los hallazgos de este estudio demuestran la viabilidad de diseñarse. Asimismo, se confirmó la existencia de factores independientes asociados a la CF, las SR y la VM, lo que representa un avance significativo en la comprensión y evaluación de estas habilidades. Asimismo, la convergencia entre la CF y el SS plantea la necesidad de reconsiderar tanto el diseño de los instrumentos como los marcos teóricos que sustentan estas evaluaciones.

En términos prácticos, este estudio destaca el potencial de integrar instrumentos computarizados y actividades dinámicas en la educación física, promoviendo un enfoque más integral en el desarrollo de capacidades espaciales. Además, subraya la importancia de realizar análisis factoriales confirmatorios en futuras investigaciones, con el objetivo de consolidar una clasificación teórica y práctica de las habilidades espaciales dinámicas para la educación física.

Por último, este trabajo aporta una perspectiva novedosa al campo de la educación física, al vincular el dinamismo propio de esta disciplina con el desarrollo y la evaluación de habilidades espaciales. Este enfoque no solo contribuye a cerrar la brecha existente en la literatura, sino que también establece las bases para futuros estudios que integren teoría y práctica, consolidando así el papel de la educación física en el desarrollo cognitivo y perceptual de los estudiantes.

Referencias

- Carroll, J. B. (1993). *Human Cognitive Abilities*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511571312>
- Guilford, J., & Lacey, J. (1947). *Printed Classification Tests*. Army Air Forces Washington, D. C.
- Ho, C.-H., & Eastman, C. (2005). How Representations and Strategies Influence Design Spatial Problem Solving. In *AAAI Spring Symposium - Technical Report*.
- Larson, G. E. (1996). Mental rotation of static and dynamic figures. *Perception & Psychophysics*, 58(1), 153-159. <https://doi.org/10.3758/BF03205484>

- Lasc, D., Grinshpun, S., Bixter, M. T., & Yang, Y.** (2025). Predicting large-scale spatial ability from small-scale spatial abilities in children: An application of the double-dimension framework. *Cognition*, 254, 105982. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2024.105982>
- Lohman, D.** (1979). *Spatial Ability: A Review and Reanalysis of the Correlational Literature*. School of Education, Stanford University. **Newcombe, N. y Shipley, T.** (2015). Thinking About Spatial Thinking: New Typology, New Assessments. En J. Gero (ed), *Studying Yisuak and Spatial Reasoning for Desing Creativity* . Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-017-9297-4_10
- Pellegrino, J. W., Hunt, E. B., Abate, R., & Farr, S.** (1987). A computer-based test battery for the assessment of static and dynamic spatial reasoning abilities. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 19(2), 231-236. <https://doi.org/10.3758/BF03203790>
- Thurstone, L.** (1938). *Primary mental abilities*. University of Chicago Press.