

Género, STEM y Habilidades Visuo-Espaciales

Juan Cristóbal Castro-Alonso



Centro de Investigación
Avanzada en Educación

Universidad de Chile

jccastro@ciae.uchile.cl

PAI 82140021



Género y STEM

- Estereotipo
 - 66 países ($N > 300.000$, 2015): Masculinidad fue asociadas más que conceptos femeninos a biología, física, geología, ingeniería, matemáticas, y química⁽¹⁾
- Exámenes
 - USA ($N > 150.000$, 1995): El doble de hombres tiene excelentes resultados en exámenes de ciencias⁽²⁾
- Carreras
 - USA (2014): En *GEEMP* hay más hombres. En *LPS*, a veces, hay más mujeres⁽³⁾

(1) Miller, D. I., Eagly, A. H., & Linn, M. C. (2015). Women's representation in science predicts national gender-science stereotypes: Evidence from 66 nations. *Journal of Educational Psychology*, 107(3), 631-644. doi: 10.1037/edu0000005

(2) Hedges, L. V., & Nowell, A. (1995). Sex differences in mental test scores, variability, and numbers of high-scoring individuals. *Science*, 269(5220), 41-45. doi: 10.1126/science.7604277

(3) Ceci, S. J., Ginther, D. K., Kahn, S., & Williams, W. M. (2014). Women in academic science: A changing landscape. *Psychological Science in the Public Interest*, 15(3), 75-141. doi: 10.1177/1529100614541236

Habilidades Visuo-Espaciales

- La memoria de trabajo tiene un subprocesador visuo-espacial⁽¹⁾
- Este procesador se relaciona con la habilidad espacial⁽²⁾
 - “Habilidad para representar y transformar información simbólica o no lingüística en el espacio”⁽³⁾
- Habilidades visuo-espaciales típicas: rotación mental y visualización espacial⁽⁴⁾

(1) Baddeley, A. (2012). Working memory: Theories, models, and controversies. *Annual Review of Psychology*, 63(1), 1-29. doi: 10.1146/annurev-psych-120710-100422

(2) Salthouse, T. A., Mitchell, D. R. D., Skovronek, E., & Babcock, R. L. (1989). Effects of adult age and working memory on reasoning and spatial abilities. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 15(3), 507-516. doi: 10.1037/0278-7393.15.3.507

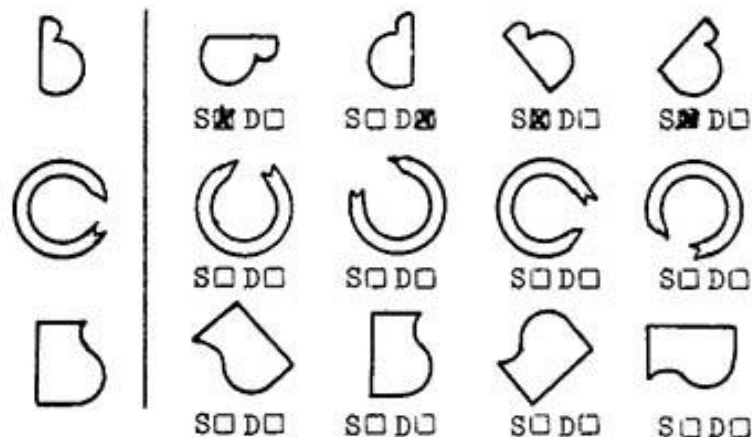
(3) Terlecki, M. S., & Newcombe, N. S. (2005). How important is the digital divide? The relation of computer and videogame usage to gender differences in mental rotation ability. *Sex Roles*, 53(5-6), 433-441. doi: 10.1007/s11199-005-6765-0

(4) Linn, M. C., & Petersen, A. C. (1985). Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A meta-analysis. *Child Development*, 56(6), 1479-1498. doi: 10.2307/1130467

Habilidades Visuo-Espaciales

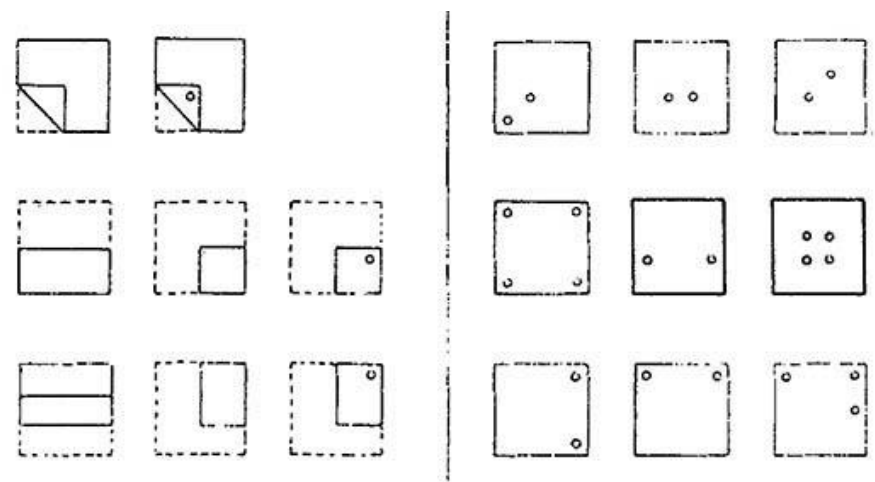
- Rotación mental

- Mayores efectos de género^(1,2)
- Card Rotations Test⁽³⁾



- Visualización espacial

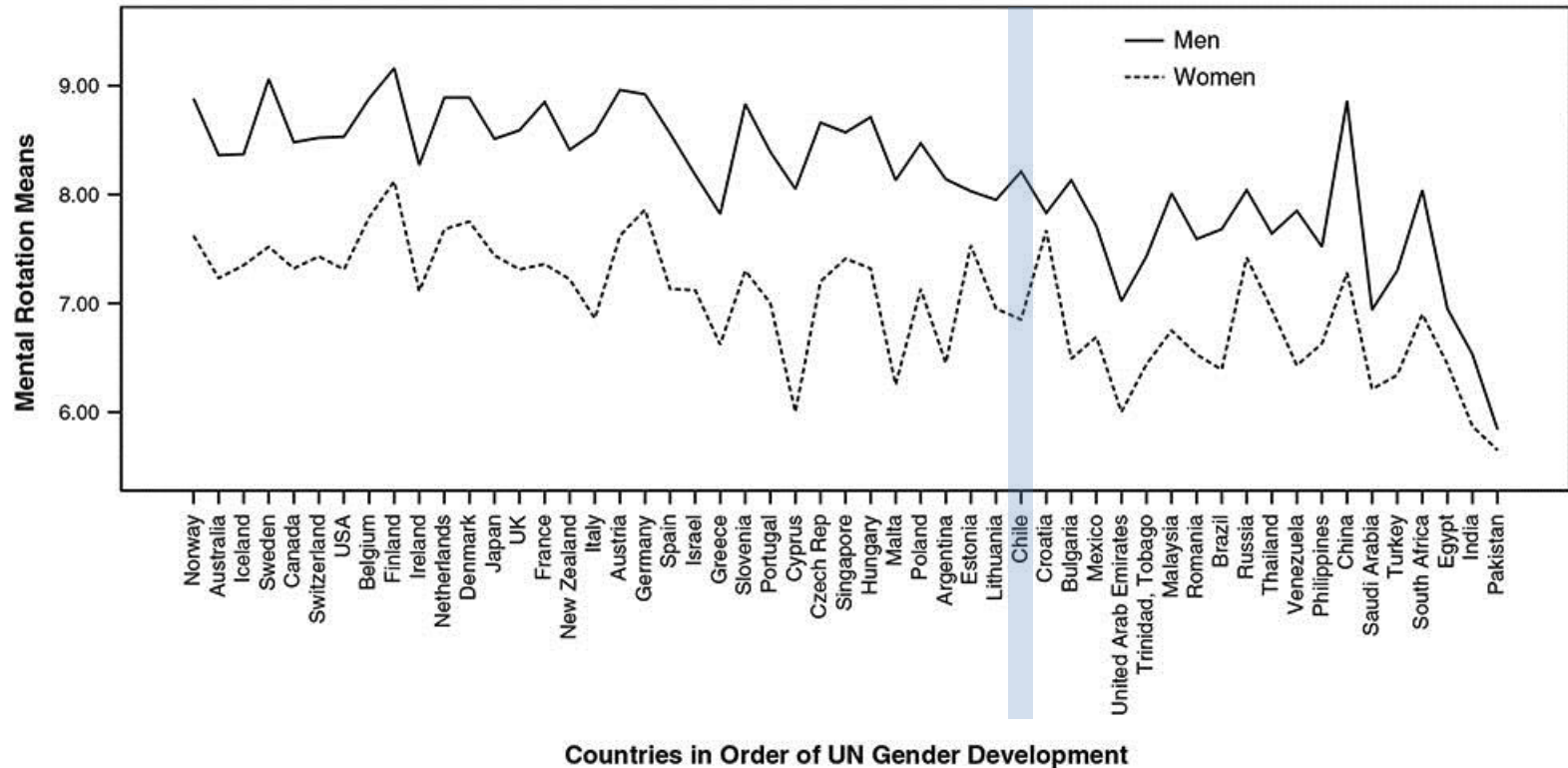
- Menores efectos de género^(1,2)
- Paper Folding Test⁽³⁾



- (1) Linn, M. C., & Petersen, A. C. (1985). Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A meta-analysis. *Child Development*, 56(6), 1479-1498. doi: 10.2307/1130467
- (2) Voyer, D., Voyer, S., & Bryden, M. P. (1995). Magnitude of sex differences in spatial abilities: A meta-analysis and consideration of critical variables. *Psychological Bulletin*, 117(2), 250-270. doi: 10.1037/0033-2909.117.2.250
- (3) Ekstrom, R. B., French, J. W., Harman, H. H., & Dermen, D. (1976). *Kit of factor-referenced cognitive tests*. Princeton, NJ: Educational Testing Service.

Género y Habilidades Visuo-Espaciales

- 53 países ($N > 200.000$, 2010)⁽¹⁾



(1) Lippa, R. A., Collaer, M. L., & Peters, M. (2010). Sex differences in mental rotation and line angle judgments are positively associated with gender equality and economic development across 53 nations. *Archives of Sexual Behavior*, 39(4), 990-997. doi: 10.1007/s10508-008-9460-8

Género y Habilidades Visuo-Espaciales

- Origen *interaccionista*⁽¹⁾
- Causas biológicas-neuronales⁽²⁾
 - Testosterona (otras hormonas).
Efectos *in utero*⁽³⁾ y en adultos⁽⁴⁾
- Causas psicológicas-sociales⁽²⁾
 - Amenaza de estereotipo⁽⁵⁾

- (1) Coluccia, E., & Louse, G. (2004). Gender differences in spatial orientation: A review. *Journal of Environmental Psychology, 24*(3), 329-340. doi: 10.1016/j.jenvp.2004.08.006
- (2) Jansen-Osmann, P., & Heil, M. (2007). Suitable stimuli to obtain (no) gender differences in the speed of cognitive processes involved in mental rotation. *Brain and Cognition, 64*(3), 217-227. doi: 10.1016/j.bandc.2007.03.002
- (3) Vuoksima, E., Kaprio, J., Kremen, W. S., Hokkanen, L., Viken, R. J., Tuulio-Henriksson, A., & Rose, R. J. (2010). Having a male co-twin masculinizes mental rotation performance in females. *Psychological Science, 21*(8), 1069-1071. doi: 10.1177/0956797610376075
- (4) Aleman, A., Bronk, E., Kessels, R. P. C., Koppeschaar, H. P. F., & van Honk, J. (2004). A single administration of testosterone improves visuospatial ability in young women. *Psychoneuroendocrinology, 29*(5), 612-617. doi: 10.1016/S0306-4530(03)00089-1
- (5) Spencer, S. J., Logel, C., & Davies, P. G. (2016). Stereotype threat. *Annual Review of Psychology, 67*, 415-437. doi: 10.1146/annurev-psych-073115-103235

STEM y Habilidades Visuo-Espaciales

- Aprendizaje en STEM requiere de habilidad espacial⁽¹⁾
- Rotación mental
 - Canadá ($N > 600$, 1995): estudiantes en STEM (biología, física e ingeniería) > estudiantes no-STEM (artes, ciencias sociales y humanidades)⁽²⁾
- Visualización espacial
 - Estudiantes universitarios y profesores de ciencias mejoraron resultados luego de usar simulaciones de física⁽³⁾

- (1) Wai, J., Lubinski, D., & Benbow, C. P. (2009). Spatial ability for STEM domains: Aligning over 50 years of cumulative psychological knowledge solidifies its importance. *Journal of Educational Psychology*, 101(4), 817-835. doi: 10.1037/a0016127
- (2) Peters, M., Laeng, B., Latham, K., Jackson, M., Zaiyouna, R., & Richardson, C. (1995). A redrawn Vandenberg and Kuse Mental Rotations Test: Different versions and factors that affect performance. *Brain and Cognition*, 28(1), 39-58. doi: 10.1006/brcg.1995.1032
- (3) Kozhevnikov, M., & Thornton, R. (2006). Real-time data display, spatial visualization ability, and learning force and motion concepts. *Journal of Science Education and Technology*, 15(1), 111-132. doi: 10.1007/s10956-006-0361-0

Proyecto PAI 82140021

- Mujeres: desventaja en STEM y en habilidades visuo-espaciales
- Comparar experimentalmente
 - Resultados en tareas visuo-espaciales
 - Para
 - Hombres (H) *versus* mujeres (M)
 - Estudiantes STEM (S) *versus* estudiantes no STEM (nS)
- Hipótesis
 - H1: $H > M$
 - H2: $S > nS$
 - H3: $HS > MS > HnS > MnS$

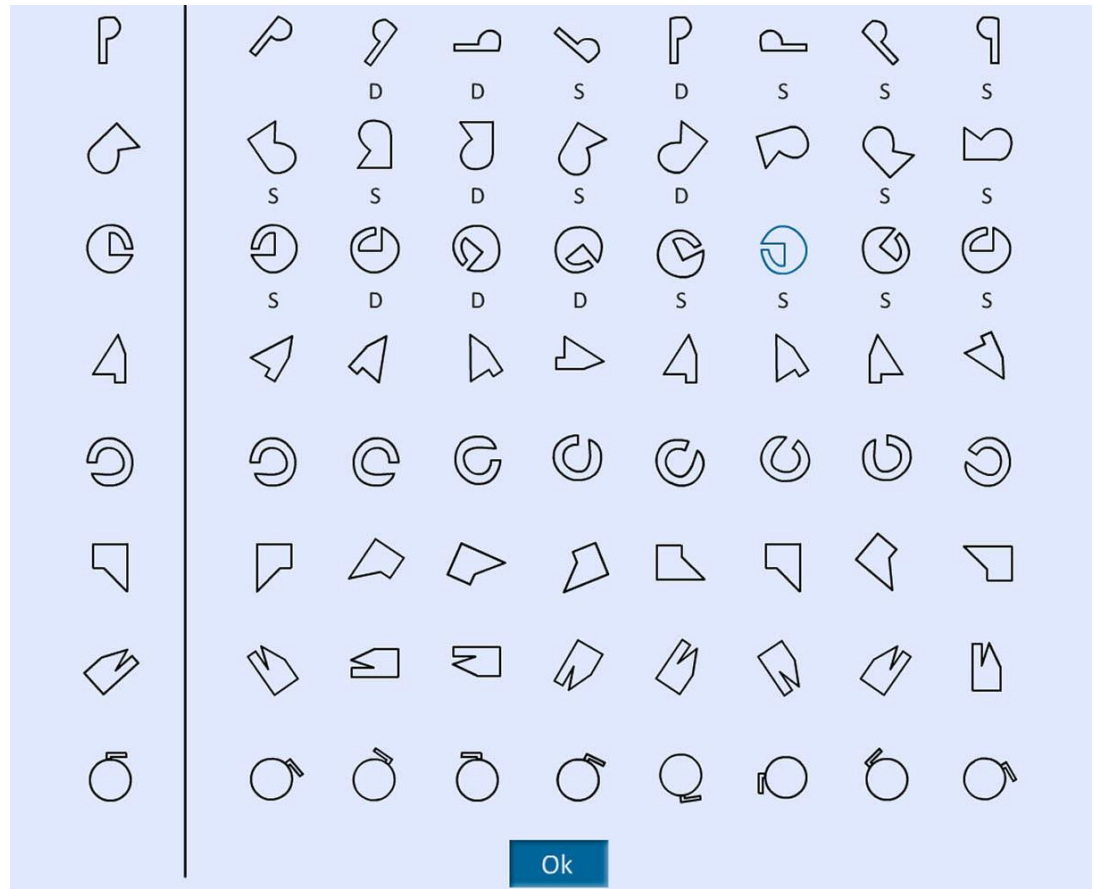
Proyecto PAI 82140021

- Batería de instrumentos computarizados
- Facilitan⁽¹⁾
 - Puntuación
 - Modificaciones
 - Adaptar dificultad
 - Cambiar otras variables
 - Repetir *tipo* de test (no *idéntico* test)

(1) Berch, D. B., Krikorian, R., & Huha, E. M. (1998). The Corsi block-tapping task: Methodological and theoretical considerations. *Brain and Cognition*, 38(3), 317-338. doi: 10.1006/brcg.1998.1039

Habilidad Espacial

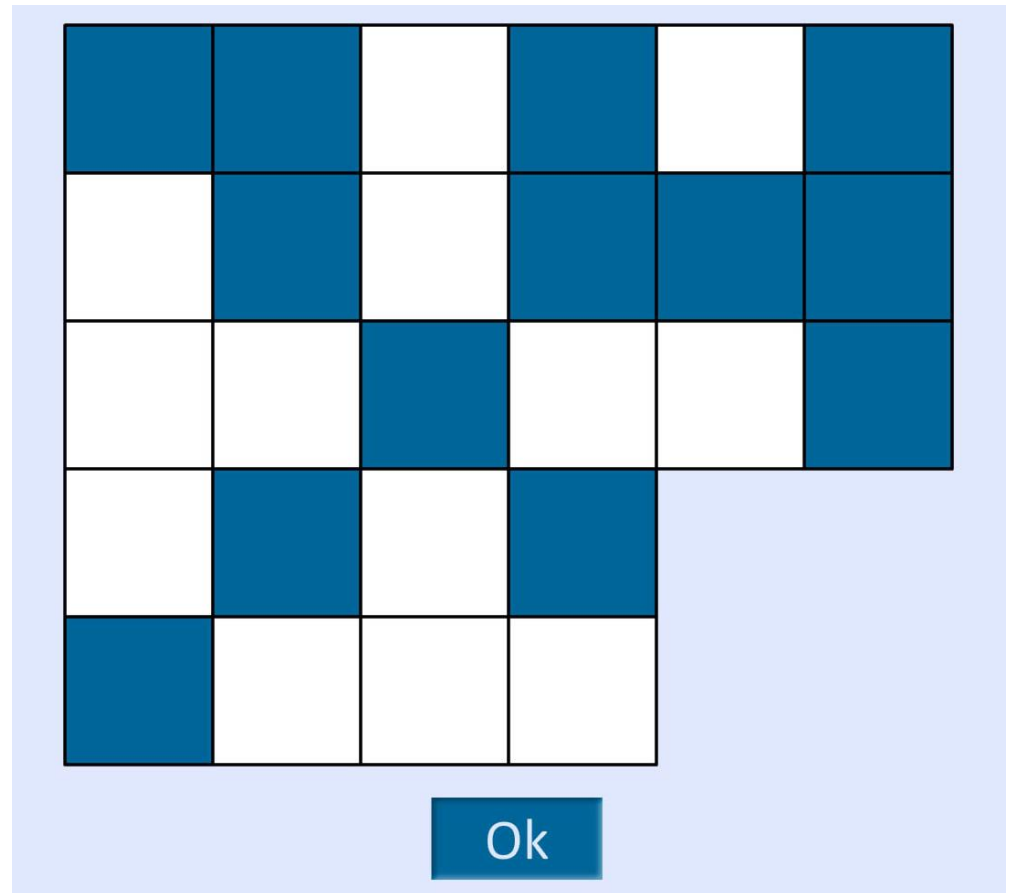
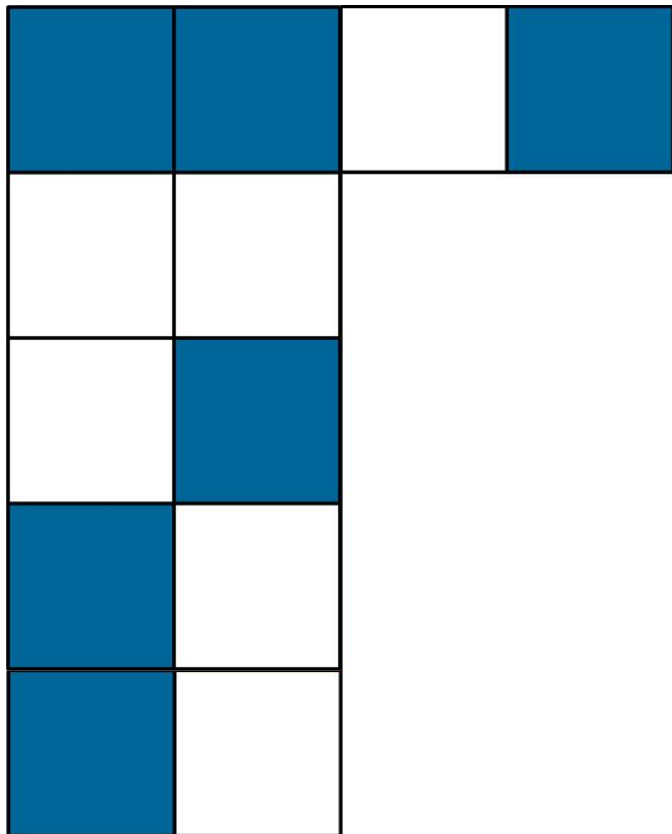
- Rotación mental
- Card Rotations Test⁽¹⁾



(1) Ekstrom, R. B., French, J. W., Harman, H. H., & Dermen, D. (1976). *Kit of factor-referenced cognitive tests*. Princeton, NJ: Educational Testing Service.

Memoria de Trabajo Visual

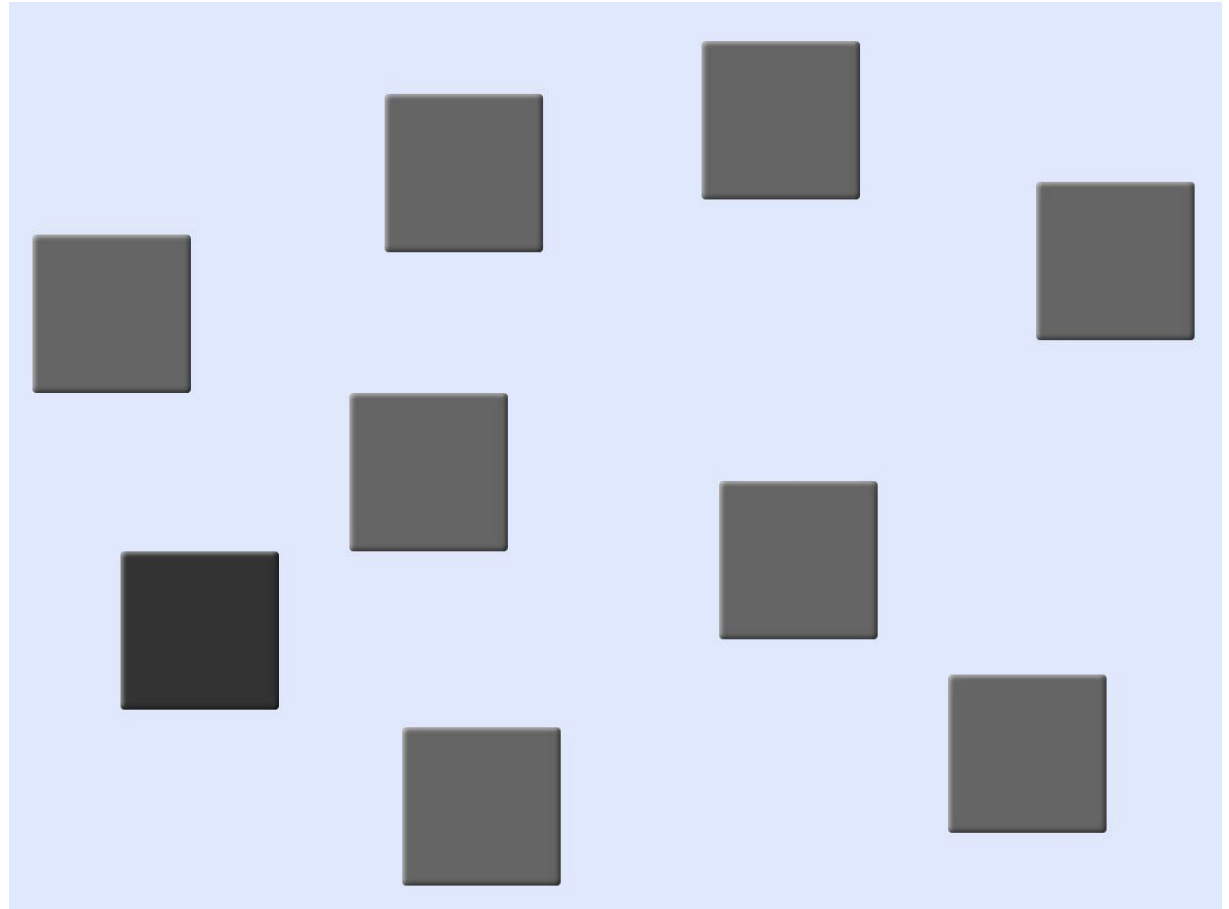
- Visual patterns task⁽¹⁾



(1) Della Sala, S., Gray, C., Baddeley, A., Allamano, N., & Wilson, L. (1999). Pattern span: A tool for unwelding visuo-spatial memory. *Neuropsychologia*, 37(10), 1189-1199. doi: 10.1016/S0028-3932(98)00159-6

Memoria de Trabajo Espacial

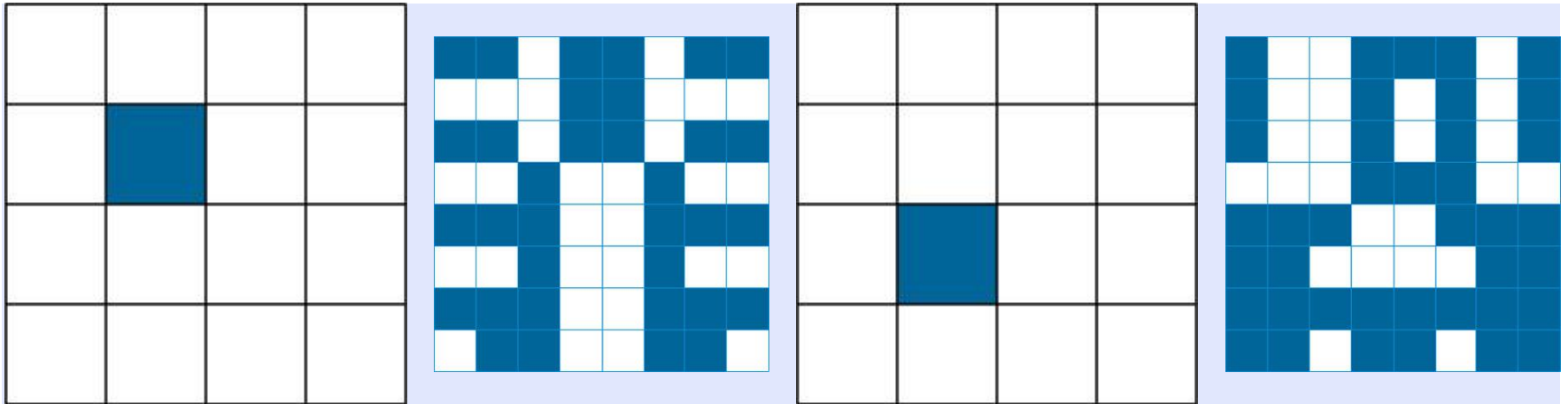
- Corsi block test⁽¹⁾



(1) Milner, B. (1971). Interhemispheric differences in the localization of psychological processes in man. *British Medical Bulletin*, 27(3), 272-277.

Funciones Ejecutivas

- Dual tasks⁽¹⁾



- (1) Kane, M. J., Hambrick, D. Z., Tuholski, S. W., Wilhelm, O., Payne, T. W., & Engle, R. W. (2004). The generality of working memory capacity: A latent-variable approach to verbal and visuospatial memory span and reasoning. *Journal of Experimental Psychology: General*, 133(2), 189-217. doi: 10.1037/0096-3445.133.2.189

Conclusiones

- Hombres han sido privilegiados en
 - Estereotipos, exámenes y carreras académicas de STEM
 - Habilidades visuo-espaciales (rotación mental)
- Las habilidades visuo-espaciales son muy importantes en STEM
- Desarrollamos batería de tests visuo-espaciales en computador
- Se medirá hombres, mujeres, STEM y no STEM
 - Hombres > Mujeres
 - STEM > no STEM
 - Hombres STEM > Mujeres STEM > Hombres no STEM > Mujeres no STEM

Entrenamiento en habilidades visuo-espaciales podría
aumentar mujeres en carreras STEM