

Potencial Creativo, Habilidades Espaciales, Logro de Aprendizaje y Estilo Cognitivo:
Relaciones y Diferencias a partir de la Interacción con un Ambiente de Aprendizaje Basado
en el Videojuego.



UNIVERSIDAD PEDAGOGICA
NACIONAL
Educadora de educadores

Joaquín Hernández Nopsa

William Hernández González

Universidad Pedagógica Nacional

Notas de los Autores: Joaquín Hernández Nopsa & William Hernández González,
Facultad de Ciencia y Tecnología, Maestría en Tecnologías de la Información Aplicadas a la
Educación. La correspondencia relacionada con esta investigación debe ser dirigida a Joaquín

Hernández Nopsa-William Hernández González,

Maestría en Tecnologías de la Información Aplicadas a la Educación, Universidad

Pedagógica Nacional, Ac 72 #1186, Bogotá, Colombia.

Contacto: nopsacorp@gmail.com - licwilliamh@gmail.com

Potencial Creativo, Habilidades Espaciales, Logro de Aprendizaje y Estilo Cognitivo:
Relaciones y Diferencias a partir de la Interacción con un Ambiente de Aprendizaje Basado
en el Videojuego.

Joaquín Hernández Nopsa

William Hernández González

Director: Dr. Luis Bayardo Sanabria Rodríguez

Universidad Pedagógica Nacional

Facultad de Ciencia y Tecnología

Maestría en Tecnologías de la Información Aplicadas a la Educación

Bogotá, 2017

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Escuela de Pedagogía</small>	FORMATO
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE
Código: FOR020GIB	Versión: 01
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 1 de 13

1. Información General	
Tipo de documento	Tesis de Maestría en Investigación
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	Potencial Creativo, Habilidades Espaciales, Logro de Aprendizaje y Estilo Cognitivo: Relaciones y Diferencias a partir de la Interacción con un Ambiente de Aprendizaje Basado en el Videojuego.
Autor(es)	Hernández Nopsa, Joaquín; Hernández González, William.
Director	Dr. Luis Bayardo Sanabria Rodríguez
Publicación	Bogotá, Universidad Pedagógica Nacional, 2017. 173 p.
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional
Palabras Claves	RELACIONES ESPACIALES, LOGRO DE APRENDIZAJE, ESTILO COGNITIVO, POTENCIAL CREATIVO, VIDEOJUEGO, AMBIENTE DE APRENDIZAJE.

2. Descripción
<p>Tesis de grado. La presente investigación tiene como objetivo analizar las relaciones entre el estilo cognitivo -dependencia, intermedio e independencia de campo-, el logro de aprendizaje, el potencial creativo y las habilidades espaciales de visualización espacial y rotación mental en los estudiantes con formación en competencias de dibujo técnico pertenecientes a la Institución focalizadas, por medio de la interacción con un ambiente de aprendizaje con dos versiones de visualización: 1° y 3° persona.</p> <p>Se asume la creatividad como un constructo que es innata en la especie, multidimensional e indeterminada, susceptible a ser abordada desde el potencial creativo el cual se asume como variable dependiente al igual que las habilidades espaciales y el logro de aprendizaje; como variable independiente el ambiente de aprendizaje (ROBOT IN TROUBLES); el estilo cognitivo independiente – intermedio - dependiente de campo se considera como variable asociada, aunque de naturaleza independiente.</p> <p>Enmarcado en el paradigma experimental, esta investigación utiliza un diseño factorial inter – sujetos 3x2. Los instrumentos seleccionados para la recolección de la información son el test de pensamiento creativo de Torrance (TTCT) (Torrance, 1972), la prueba de figuras enmascaradas (EFT) (Witkin y Goodenough, 1981) el test de rotación mental (MRT) (Vandenberg & Kuse, 1978), la prueba de visualización espacial de Purdue (PSVT) (R. Guay, 1977); la recolección de datos sobre la interacción de los usuarios en el ambiente de aprendizaje por medio de inserción en base de datos. Los estadísticos utilizados son: el coeficiente de correlación de Pearson, índice de confiabilidad de Cronbach, ANOVA y pruebas de contraste de medias post hoc.</p> <p>Se propone como ambiente de aprendizaje ROBOT IN TROUBLES consistente en un videojuego diseñado y programado por los investigadores, en el que se consideran las habilidades espaciales y la resolución de problemas como ejes centrales de las dinámicas de interacción. El ambiente favorece la flexibilidad de pensamiento en un ambiente inmersivo en el que el usuario a través de la experimentación y exploración del entorno entrena las habilidades espaciales.</p>

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Escuela de Pedagogía</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 2 de 13	

3. Fuentes
<p>Albaret, J. M., & Aubert, E. (1996). Etalonnage 15-19 ans du test de rotation mentale de Vandenberg. <i>Evolutions Psychomotrices</i> , 206–209.</p> <p>Allen, A. D. (2010). Complex spatial skills: the link between visualization and creativity. <i>Creativity Research Journal</i> , 22 (3), 241–249. doi:10.1080/10400419.2010.503530</p> <p>Amabile, T. (1985). Motivation and creativity: Effects of motivational orientation on creative writers. <i>Journal of Personality and Social Psychology</i> , 48 (2), 393.</p> <p>Amabile, T. (1996). <i>Creativity in context ((hc : alk. paper).)</i>. Boulder, Colo: Westview Press.</p> <p>Amabile, T. M. (1982). Social psychology of creativity: A consensual assessment technique. <i>Journal of Personality and Social Psychology</i> , 43 (5), 997–1013. doi:10.1037/0022-3514.43.5.997</p> <p>Bertoline, G. R. (1998). Visual science: An emerging discipline. <i>Journal for Geometry and Graphics</i> , 2 (2), 181–187.</p> <p>Bodner, G. M., & Guay, R. B. (1997). The purdue visualization of rotations test. <i>The Chemical Educator</i> , 2 (4), 1–17. doi:10.1007/s00897970138a</p> <p>Bodrova, E., & Leong, D. J. (2005). The Importance of Play: Why Children Need to Play. <i>Early Childhood Today</i> , 20 (1), 6–7.</p> <p>Branoff, T. (2009). The effects of adding coordinate axes to a mental rotations task in measuring spatial visualization ability in introductory undergraduate technical graphics courses. <i>Engineering Design Graphics Journal</i> , 62 (2).</p> <p>Chang, Y. (2014). 3D-CAD effects on creative design performance of different spatial</p> <p>Albaret, J. M., & Aubert, E. (1996). Etalonnage 15-19 ans du test de rotation mentale de Vandenberg. <i>volutions Psychomotrices</i> , 206–209.</p> <p>Allen, A. D. (2010). Complex spatial skills: the link between visualization and creativity. <i>Creativity Research Journal</i> , 22 (3), 241–249. doi:10.1080/10400419.2010.503530</p> <p>Amabile, T. (1985). Motivation and creativity: Effects of motivational orientation on creative writers. <i>Journal of Personality and Social Psychology</i> , 48 (2), 393.</p> <p>Amabile, T. (1996). <i>Creativity in context ((hc : alk. paper).)</i>. Boulder, Colo: Westview Press.</p> <p>Amabile, T. M. (1982). Social psychology of creativity: A consensual assessment technique. <i>Journal of Personality and Social Psychology</i> , 43 (5), 997–1013. doi:10.1037/0022-3514.43.5.997</p> <p>Bertoline, G. R. (1998). Visual science: An emerging discipline. <i>Journal for Geometry and Graphics</i> , 2 (2), 181–187.</p> <p>Bodner, G. M., & Guay, R. B. (1997). The purdue visualization of rotations test. <i>The Chemical Educator</i> , 2</p>

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Escuela de Pedagogía</small>	FORMATO
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE
Código: FOR020GIB	Versión: 01
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 3 de 13

(4), 1–17. doi:10.1007/s00897970138a

Bodrova, E., & Leong, D. J. (2005). The Importance of Play: Why Children Need to Play. *Early Childhood Today* , 20 (1), 6–7.

Branoff, T. (2009). The effects of adding coordinate axes to a mental rotations task in measuring spatial visualization ability in introductory undergraduate technical graphics courses. *Engineering Design Graphics Journal* , 62 (2).

Chang, Y. (2014). 3D-CAD effects on creative design performance of different spatial abilities students. *Journal of Computer Assisted Learning* , 30 (5), 397–407.

Chang, Y.-S., Chien, Y.-H., Lin, H.-C., Chen, M. Y., & Hsieh, H.-H. (2016). Effects of 3D CAD applications on the design creativity of students with different representational abilities. *Computers in Human Behavior* , 65 , 107–113. doi:10.1016/j.chb.2016.08.024

Chatterjee, A., & Coslett, H. B. (2013). *The roots of cognitive neuroscience: Behavioral neurology and neuropsychology* . Oxford University Press.

Chica, J. B., & Polaina, J. M. B. (2010). Sistema diédrico. Técnicas educativas con ayudas 3d en el espacio real, y su simulación en el espacio virtual. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación* , (36), 151–170.

Cho, J. Y. (2017). An investigation of design studio performance in relation to creativity, spatial ability, and visual cognitive style. *Thinking Skills and Creativity* , 23 , 67–78. doi:10.1016/j.tsc.2016.11.006

Cingualbres, R. E., Rondón, I. R., Millán, F. P., & Boza, T. A. (2003). Educar e instruir a través del proceso docente educativo del Dibujo Técnico. Una experiencia aplicada en la Universidad de Granma. *Pedagogía Universitaria* , 8 (5).

Cohen, C. A., & Hegarty, M. (2014). Visualizing cross sections: Training spatial thinking using interactive animations and virtual objects. *Learning and Individual Differences* ,33 , 63–71
doi:10.1016/j.lindif.2014.04.002

Cohen, L. M. (2012). Adaptación y creatividad en el contexto cultural. *Revista de Psicología (PUCP)* , 30 (1), 3–18.

Cohen, N. (2003). Curved Solids Nets. *International Group for the Psychology of Mathematics Education* , 2 , 229–236.

Coronado-Hijón, A. (2015). Aplicación contextualizada del Test de Pensamiento Creativo de Torrance (TTCT). *Revista Española de Orientación y Psicopedagogía (REOP)* , 26 (1), 70–82.

Cross, N. (2006). *Designerly ways of knowing* . London : Springer, 2006.: Springer.

De Lisi, R., & Wolford, J. L. (2002). Improving children’s mental rotation accuracy with computer game playing. *The Journal of Genetic Psychology* , 163 (3), 272–282. doi:10.1080/00221320209598683

DeHaan, R. L. (2009). Teaching creativity and inventive problem solving in science. *CBE Life Sciences*

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Escuela de Pedagogía</small>	FORMATO
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE
Código: FOR020GIB	Versión: 01
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 4 de 13

Education , 8 (3), 172–181. doi:10.1187/cbe.08-12-0081

Dietrich, A. (2004). The cognitive neuroscience of creativity. *Psychonomic Bulletin & Review* , 11 (6), 1011–1026.

De Zubiría Samper Julián. 2011 Modelos pedagógicos. Tercera edición. Edit. Magisterio. Pg 42.

Dorval, M., & Pépin, M. (1986). Effect of playing a video game on a measure of spatial visualization. *Perceptual and Motor Skills* , 62 (1), 159–162.

Escribano, F. (2013). El videojuego como herramienta para la pedagogía artística. *Creatividad e innovación*.

Felicia, P. (2009). Videojuegos en el aula. Manual Para Docentes. Bélgica, European School Net .

Feng, J., Spence, I., & Pratt, J. (2007). Playing an action video game reduces gender differences in spatial cognition. *Psychological Science* , 18 (10), 850–855. doi:10.1111/j.1467-9280.2007.01990.x

Gentner, D. (2010). Bootstrapping the mind: analogical processes and symbol systems. *Cognitive Science* , 34 (5), 752–775. doi:10.1111/j.1551-6709.2010.01114.x

Gentner, D., Goldin, S., & Goldin-Meadow, S. (2003). *Language in mind* ((pbk. : alk. paper).). Cambridge, Mass. ; MIT Press, c2003.: MIT Press.

Goel, V. (1995). *Sketches of Thought* .

Goel, V. (2014). Creative brains: designing in the real world. *Frontiers in Human Neuroscience* , 8 , 241. doi:10.3389/fnhum.2014.00241

Goel, V., & Pirolli, P. (1992). The structure of design problem spaces. *Cognitive Science* , 16 (3), 395–429.

Gordon, W. J. (1963). *Sinéctica: el desarrollo de la capacidad creadora* . Herrero Hermanos Sucesores.

Green, C. S., & Bavelier, D. (2003). Action video game modifies visual selective attention. *Nature* , 423 (6939), 534–537. doi:10.1038/nature01647

Green, G., & Kaufman, J. C. (2015). *Video Games and Creativity* . Academic Press.

Guay, R. (1977). *Purdue Spatial Visualization Test-Visualization of Views*. Purdue Research Foundation, West Lafayette, IN .

Guay, R. B. (1978). Factors Affecting Spatial Test Performance: Sex, Handedness, Birth Order, and Experience.

Guilford, J P. (1959). Three faces of intellect. *American Psychologist* , 14 (8), 469–479. doi:10.1037/h0046827

Guilford, John P. (1984). Varieties of divergent production. *The Journal of Creative Behavior* .

Gutiérrez, J. M. (2010). Estudio y evaluación de contenidos didácticos en el desarrollo de las habilidades

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Escuela de Pedagogía</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 5 de 13	

espaciales en el ámbito de la ingeniería.

Gutierrez-Braojos, C., Salmeron-Vilchez, P., Martin-Romera, A., & Salmerón Pérez, H. (2013). Efectos directos e indirectos entre estilos de pensamiento, estrategias metacognitivas y creatividad en estudiantes universitarios. *Anales de Psicología* , 29 (1). doi:10.6018/analesps.29.1.124651

Guzel, N., & Sener, E. (2009). High school students' spatial ability and creativity in geometry. *Procedia-Social and Behavioral Sciences* , 1 (1), 1763–1766.

Hargreaves, A. (2003). *Teaching in the knowledge society: Education in the age of insecurity* ((pbk: alk. paper).). New York: Teachers College Press.

Hederich, C., & Camargo, Á. (2001). Estilos cognitivos en el contexto escolar: Proyecto de estilos cognitivos y logro educativo en la ciudad de Bogotá.

Hegarty, M., & Waller, D. (2005). Individual differences in spatial abilities. *The Cambridge Handbook of Visuospatial Thinking* , 121–169.

Hennessey, B. A., & Amabile, T. M. (2010). Creativity. *Annual Review of Psychology* , 61 , 569–598. doi:10.1146/annurev.psych.093008.100416

Hernández, F., & Fernández, C. (2006). *Baptista. Metodología de La Investigación. Cuarta Edición*. Mac Graw Hill Editores. México DF México , 103 , 205.

Hirani, A. (2014). Creativity of Interior Design Students: Understanding the Relationship Between Cognitive Style, Personality Style, Motivational Orientation, and Creativity of Interior Design Students.

Höffler, T. N. (2010). Spatial ability: Its influence on learning with visualizations—a meta-analytic review. *Educational Psychology Review* , 22 (3), 245–269.

Höffler, T. N., & Leutner, D. (2011). The role of spatial ability in learning from instructional animations—Evidence for an ability-as-compensator hypothesis. *Computers in Human Behavior* , 27 (1), 209–216.

Horikami, A., & Takahashi, K. (2014). Measurement of Creativity: The tripartite approach for creative thinking. *Measurement* , 2014 , 27.

Jaarsveld, S., Lachmann, T., & van Leeuwen, C. (2013). The Impact of Problem Space on reasoning: Solving versus Creating Matrices.

Jaarsveld, S., & Leeuwen, C. (2005). Sketches from a design process: Creative cognition inferred from intermediate products. *Cognitive Science* , 29 (1), 79–101.

Jackson, L. A., Witt, E. A., Games, A. I., Fitzgerald, H. E., von Eye, A., & Zhao, Y. (2012). Information technology use and creativity: Findings from the Children and Technology Project. *Computers in Human Behavior* , 28 (2), 370–376. doi:10.1016/j.chb.2011.10.006

Jauk, E., Benedek, M., & Neubauer, A. C. (2014). The road to creative achievement: A latent variable model of ability and personality predictors. *European Journal of Personality* ,28 (1), 95–105. doi:10.1002/per.1941

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Escuela de Pedagogía</small>	FORMATO
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE
Código: FOR020GIB	Versión: 01
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 6 de 13

Jiménez, J. E., Artiles, C., Rodríguez, C., & García, E. (2007). Adaptación y baremación del test de pensamiento creativo de Torrance: expresión figurada. *Educación Primaria y Secundaria*.

Kim, K. H. (2006). Can We Trust Creativity Tests? A Review of the Torrance Tests of Creative Thinking (TTCT). *Creativity Research Journal* , 18 (1), 3–14. doi:10.1207/s15326934crj1801_2

Kozhevnikov, M., Kosslyn, S., & Shephard, J. (2005). Spatial versus object visualizers: a new characterization of visual cognitive style. *Memory & Cognition* , 33 (4), 710–726.

Kozhevnikov, M., Kozhevnikov, M., Yu, C. J., & Blazhenkova, O. (2013). Creativity, visualization abilities, and visual cognitive style. *The British Journal of Educational Psychology* , 83 (Pt 2), 196–209. doi:10.1111/bjep.12013

Kozhevnikov, M., Motes, M. A., & Hegarty, M. (2007). Spatial visualization in physics problem solving. *Cognitive Science* , 31 (4), 549–579.

Leung, A. K. Y., Kim, S., Polman, E., Ong, L. S., Qiu, L., Goncalo, J. A., & Sanchez-Burks,

J. (2012). Embodied metaphors and creative “acts”. *Psychological Science* , 23 (5), 502–509. doi:10.1177/0956797611429801

Linn, M. C., & Petersen, A. C. (1985). Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A meta-analysis. *Child Development* , 1479–1498.

Loehle, C. (1990). A guide to increased creativity in research: inspiration or perspiration? *Bioscience* , 40 (2), 123–129.

Lohman, D. F. (1988). Spatial abilities as traits, processes, and knowledge. In *Advances in the psychology of human intelligence*, Vol. 4 (pp. 181–248). Hillsdale, NJ, US: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Lohman, D. F. (1996). Spatial ability and g. *Human Abilities: Their Nature and Measurement* , 97 , 116.

López Martínez, O., & Navarro Lozano, J. (2008). Estudio comparativo entre medidas de creatividad: TTCT vs. CREA. *Anales de Psicología* , 24 (1).

López, O., Hederich-Martínez, C., & Camargo-Urbe, Á. (2011). Estilo cognitivo y logro académico. *Educación y Educadores* , 14 (1).

Lubinski, D. (2010). Spatial ability and STEM: A sleeping giant for talent identification and development. *Personality and Individual Differences* , 49 (4), 344–351.

Maeda, Y., & Yoon, S. Y. (2013). A Meta-Analysis on Gender Differences in Mental Rotation Ability Measured by the Purdue Spatial Visualization Tests: Visualization of Rotations (PSVT:R). *Educational Psychology Review* , 25 (1), 69–94. doi:10.1007/s10648-012-9215-x

Maehr, M. L., & Meyer, H. A. (1997). Understanding motivation and schooling: Where we've been, where we are, and where we need to go. *Educational Psychology Review* , 9 (4), 371–409.

Maris Vázquez, S., Noriega Biggio, M., & Maris García, S. (2013). Relaciones entre rendimiento académico, competencia espacial, estilos de aprendizaje y deserción. *Revista Electrónica de Investigación*

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Escuela de Pedagogía</small>	FORMATO
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE
Código: FOR020GIB	Versión: 01
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 7 de 13

Educativa , 15 (1), 29–44.

Martín-Dorta, N. (2009). Análisis del uso de dispositivos móviles en el desarrollo de estrategias de mejora de las habilidades espaciales.

Martínez, C. H. (2005). Estilo cognitivo en la dimensión de Independencia-Dependencia de Campo Influencias culturales e implicaciones para la educación.

Martínez, M. S., Bustamante, A. H., & Pérez, E. G. (2003). Una propuesta didáctica para contribuir al desarrollo de la visión espacial en los dibujos técnicos. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias* , 12 (2), 35–42.

Martínez, O. L. (2010). Estilos de pensamiento y creatividad. *Anales de Psicología* , 26 (2), 254.

McGee, M. G. (1979). *Human spatial abilities: Sources of sex differences* . New York: Praeger.

Messick, S. (1976). Personality consistencies in cognition and creativity. *Individuality in Learning* , 4 , 22.

Miller, S. G. (2000). A proposal for the development of a study to determine the effectiveness of a creativity-centered unit of study in the advancement of spatial abilities of American and Japanese female engineering students (pp. 255–257). IEEE.

Mumford, M. D., & Gustafson, S. B. (1988). Creativity syndrome: Integration, application, and innovation. *Psychological Bulletin* , 103 (1), 27.

Navarro, R., Saorín, J. L., Contero, M., Piquer, A., & Conesa, J. (2004). El desarrollo de las habilidades de visión espacial y croquis en la ingeniería de producto.

Oliveira, E., Almeida, L., Ferrándiz, C., Ferrando, M., Sainz, M., & Prieto, M. D. (2009). Tests de pensamiento creativo de Torrance (TTCT): elementos para la validez de constructo en adolescentes portugueses. *Psicothema* , 21 (4), 562–567.

Oltman, P. K., Raskin, E., & Witkin, H. A. (1971). *A manual for the embedded figures test*. Palo Alto.

Ott, M., & Pozzi, F. (2012). Digital games as creativity enablers for children. *Behaviour & Information Technology* , 31 (10), 1011–1019.

Paley, V. G. (2009). *A child's work: The importance of fantasy play* . University of Chicago Press.

Palmiero, M., Nori, R., Aloisi, V., Ferrara, M., & Piccardi, L. (2015). Domain-Specificity of Creativity: A Study on the Relationship Between Visual Creativity and Visual Mental Imagery. *Frontiers in Psychology* , 6 , 1870. doi:10.3389/fpsyg.2015.01870

Pedrosa, C. M., Barbero, B. R., & Miguel, A. R. (2014). Spatial Visualization Learning in Engineering: Traditional Methods vs. a Web-Based Tool. *Educational Technology & Society* , 17 (2), 142–157.

Pérez Cota, M., Cepón, G., & Luis, J. (2005). Usabilidad de las herramientas CAD. Consideraciones sobre el uso de los programas de CAD en la docencia del Dibujo Técnico. Presented at the De la Tradición al futuro: Congreso Internacional Conjunto XVII INGEGRAF XV-ADM, Sevilla.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Escuela de Pedagogía</small>	FORMATO
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE
Código: FOR020GIB	Versión: 01
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 8 de 13

Piffer, D. (2012). Can creativity be measured? An attempt to clarify the notion of creativity and general directions for future research. *Thinking Skills and Creativity* , 7 (3), 258–264. doi:10.1016/j.tsc.2012.04.009

Plucker, J. A., & Makel, M. C. (2010). Assessment of creativity. *The Cambridge Handbook of Creativity* , 48–73.

Preiss, D. D., Grau, V., Ortiz, D., & Bernardino, M. (2016). What do we know about the development of creativity in south america? *New Directions for Child and Adolescent Development* , 2016 (152), 85–97. doi:10.1002/cad.20157

Prensky, M. R. (2012). *From digital natives to digital wisdom: Hopeful essays for 21st century learning* . Corwin Press.

Robinson, K. (2011). *Out of our minds: Learning to be creative* . John Wiley & Sons.

Rojas-Sola, J. I., Fernández-Sora, A., Serrano-Tierz, A., & Hernández-Díaz, D. (2011). Una revisión histórica: desde el dibujo en ingeniería hacia la ingeniería del diseño. *Dyna* ,78 (167), 17–26.

Roman, J. M., & Gallego, S. (2001). *Escalas de Estrategias de Aprendizaje*. Manual ACRA. Publicaciones de Psicología Aplicada. Madrid: TEA Ediciones .

Runco, M A. (1993). Divergent thinking, creativity, and giftedness. *Gifted Child Quarterly* , 37 (1), 16–22. doi:10.1177/001698629303700103

Runco, Mark A. (1988). Creativity research: Originality, utility, and integration.

Runco, Mark A. (2004). Personal creativity and culture. *Creativity: When East Meets West* ,9–22.

Runco, Mark A. (2007). *Creativity: Theories and themes: Research, development, and practice*.

Russo, L. H. (2013). Play and Creativity at the Center of Curriculum and Assessment: A New York City School’s Journey to Re-Think Curricular Pedagogy. *Online Submission* , 61 (1), 131–146.

Samsudin, K. A., Rafi, A., & Hanif, A. S. (2011). Training in Mental Rotation and Spatial Visualization and Its Impact on Orthographic Drawing Performance. *Educational Technology & Society* , 14 (1), 179–186.

Sastre-Riba, S. (2012). Alta capacidad intelectual: perfeccionismo y regulación metacognitiva. *Rev Neurol* , 54 (Supl 1), S21-9.

Sawyer, R. K. (2006). Educating for innovation. *Thinking Skills and Creativity* , 1 (1), 41–48. doi:10.1016/j.tsc.2005.08.001

Schon, D. A. (1992). *La Formacion De Profesionales Reflexivos/ Educating the Reflective Practitioner: Hacia Un Nuevo Diseno De La Ensenanza Y El Aprendizaje En Las Profesionas ... / Education Subjects* (Paperback; 1987-01-30.). Ediciones Paidós Iberica.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Escuela de Pedagogía</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 9 de 13	

Scott, N. M., Sera, M. D., & Georgopoulos, A. P. (2015). An information theory analysis of spatial decisions in cognitive development. *Frontiers in Neuroscience* , 9 ,14.doi:10.3389/fnins.2015.00014

Shepard, R. N. (1978). The mental image. *American Psychologist* , 33 (2), 125.

Simon, H. A. (1988). The science of design: creating the artificial. *Design Issues* , 67–82.

Sorby, S., Nevin, E., Behan, A., Mageean, E., & Sheridan, S. (2014). Spatial skills as predictors of success in first-year engineering. In 2014 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) Proceedings (pp. 1–7). IEEE. doi:10.1109/FIE.2014.7044005

Sternberg, R. J. (2003). *Wisdom, intelligence, and creativity synthesized* . Cambridge University Press.

Sternberg, R. J. (2006). The Nature of Creativity. *Creativity Research Journal* , 18 (1), 87–98.doi:10.1207/s15326934crj1801_10

Sternberg, R. J., & Lubart, T. I. (1996). Investing in creativity. *American Psychologist* , 51 (7), 677.

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), 433–441.

the Deep-Play Research Group, Mishra, P., Fahnoe, C., & Henriksen, D. (2013). Creativity, Self-Directed Learning and the Architecture of Technology Rich Environments. *TechTrends* , 57 (1), 10–13. doi:10.1007/s11528-012-0623-z

Tobón, S. (2002). *Las competencias en el sistema educativo: de la simplicidad a la complejidad*. Bogota: Ltda .

Torrance, E P. (1974). *The Torrance Tests of Creative Thinking (Norma-technical Manual)*. Bensenville, IL: Scholastic Testing Service.

Torrance, E Paul. (1966). *Torrance Tests of Creative Thinking: Normstechnical Manual: Research Ed.: Verbal Tests, Forms A and B: Figural Tests, Forms A and B*. Flere Materialer . Personell Press.

Üstünel, H., Uçar, E., Civelek, T., & Umut, İ. (2015). The relationships between field dependent/independent cognitive styles and information & communication technologies based programs in gifted education. *Journal of Human Sciences* , 12 (2), 266–277.

Vandenberg, S. G., & Kuse, A. R. (1978). Mental rotations, a group test of three-dimensional spatial visualization. *Perceptual and Motor Skills* , 47 (2), 599–604.

Villa Sicilia, A. (2016). *Desarrollo y evaluación de las habilidades espaciales de los estudiantes de ingeniería: actividades y estrategias de resolución de tareas espaciales*.

Vygotski, L. S., Cole, M., Furió, S., John-Steiner, V., Scribner, S., & Souberman, E. (1996). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores* . Crítica Barcelona.

Weisberg, R. (2010). *The study of creativity: From genius to cognitive science*. International Journal of

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Escuela de Pedagogía</small>	FORMATO
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE
Código: FOR020GIB	Versión: 01
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 10 de 13

Cultural Policy , 16 (3), 235–253.

Weisberg, R. W. (1999). *12 Creativity and Knowledge: A Challenge to Theories*. Handbook of Creativity , 226 .

West, T. G. (1991). *In the Mind's Eye*. Buffalo. New York .

Witkin, H A, Moore, C. A., Goodenough, D. R., & Cox, P. W. (1977). Field-Dependent and Field-Independent Cognitive Styles and Their Educational Implications. *Review of Educational Research* , 47 (1), 1. doi:10.2307/1169967

Witkin, Herman A, & Goodenough, D. R. (1980). Cognitive styles: essence and origins. *Field dependence and field independence*. *Psychological Issues* , (51), 1–141.

Witkin, Herman A, Moore, C. A., Goodenough, D. R., & Cox, P. W. (1975). Field-dependent and field-independent cognitive styles and their educational implications. *ETS Research Report Series* , 1975 (2), 1–64.

Yang, H.-L., & Cheng, H.-H. (2010). Creativity of student information system projects: From the perspective of network embeddedness. *Computers & Education* , 54 (1), 209–221.

Yue, J. (2004). Spatial visualization by orthogonal rotations (Vol. 9, pp. 1–10).

Yue, J. (2009). Spatial visualization by realistic 3D views. *Engineering Design Graphics Journal* , 72 (1).

Zahedi, M. (2016). Understanding and Creating 3D Forms Using Familiar Objects. *International Journal for Innovation Education and Research* , 4 (1).

Zimmerman, B. J. (1990). Self-Regulated Learning and Academic Achievement: An Overview. *Educational Psychologist* , 25 (1), 3–17. doi:10.1207/s15326985ep2501_2

4. Contenidos

La presente tesis de grado se presenta al lector en cinco capítulos así: en el número uno, introducción, en él se expone el planteamiento del problema, abordando el tema de la creatividad en la escuela y la necesidad de investigar en función de más variables que componen este constructo. Además de contener los objetivos, pregunta de investigación e hipótesis que han direccionado este trabajo de investigación.

El capítulo dos, revisión de la literatura, comprende la revisión de las investigaciones que aportan al objeto de este estudio y el desarrollo del marco teórico, abordado desde la perspectiva de la creatividad y su relación con el ambiente, experiencia, motivación, juego y videojuego, estilo cognitivo, flexibilidad, boceto y dibujo técnico y las habilidades espaciales.

El capítulo tres, metodología, da cuenta del proceso que se llevó a cabo para realizar la presente investigación, incluye la selección de variables y enfoque metodológico, delimitación de la muestra, una descripción de los instrumentos utilizados y el desarrollo del ambiente del videojuego (ambiente de aprendizaje). Complementariamente muestra el análisis estadístico de los datos obtenidos, su validación y un análisis de las limitaciones encontradas al realizar dichos análisis.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Escuela de Pedagogía</small>	FORMATO
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE
Código: FOR020GIB	Versión: 01
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 11 de 13

El capítulo cuatro, resultados, contiene el análisis y discusión de las hipótesis planteadas en la sección introducción a la luz de los datos obtenidos en la investigación y el desarrollo del marco teórico. El capítulo 5 expone las conclusiones al estudio demarcadas en cinco ámbitos: conclusiones generales, ambiente de aprendizaje, potencial creativo y estilo cognitivo, habilidades espaciales e implicaciones para la enseñanza en la escuela. Adicionalmente considera las implicaciones para investigaciones futuras. El documento concluye con la sección de anexos.

5. Metodología

El presente estudio con la participación de 217 jóvenes (87 mujeres) entre los 14 y 18 años pertenecientes a las instituciones: I.E.D. Pompilio Martínez ubicado en el municipio de Cajicá y el I.T.I. Centro Don Bosco ubicado en la ciudad de Bogotá. Se propone un análisis exploratorio Entre el estilo cognitivo y el ambiente de aprendizaje ROBOT IN TROUBLES el cual responde a la dinámica y narrativa del videojuego proponiendo la resolución de problemas débilmente estructurados en espacios tridimensionales. Así mismo, se busca realizar un análisis correlacional a partir de un diseño factorial intra sujetos 3x2. Se asumen como variables independientes el ambiente de aprendizaje (diseñado con dos niveles de visualización: 1º y 3º persona) y el estilo cognitivo, sobre ellas se establecieron seis grupos experimentales. Como variables dependientes se consideran el potencial creativo -medido a partir de cuatro elementos: flexibilidad, originalidad, elaboración y fluidez-, y las habilidades espaciales con dos niveles: visualización y rotación.

Se aplicaron a los participantes cuatro instrumentos psicométricos según las recomendaciones y protocolos sugeridos por los autores de cada formulario con la intención de identificar el estilo cognitivo (EFT, Embeded Figured Test, Witkin y Goodenough, 1981), el potencial creativo (TTCT, Torrance Test of Creative Thinking, Torrance, 1972) y la habilidad espacial (MRT, Mental Rotation Test, Vandenberg & Kuse, 1978 y PSVT-VR, Pardeu Spatial Visualization Test, R. Guay, 1977), los cuales fueron administrados en un lapso de dos semanas. Posteriormente y a partir de una asignación aleatoria, se motivó a los participantes a interactuar con el ambiente de aprendizaje ROBOT IN TROUBLES en una de las dos versiones de visualización. Las dinámicas de interacción para cada uno de los usuarios fueron registradas y ordenadas en una base de datos para su posterior análisis.

A partir de la interacción de los participantes con el ambiente de aprendizaje se recolectó información referente al tiempo de juego por nivel (tiempo_total), número de intentos por nivel (total eventos), número de intentos exitosos por nivel (eventos exitosos), número de veces que el usuario utilizó el andamiaje de ayuda en el ambiente (Ayuda) y a partir de ellos se definen dos índices de comportamiento, la eficiencia y la eficacia. La primera define la razón entre la cantidad de eventos exitosos y el total de eventos. La segunda, eficacia, define la razón entre la cantidad de eventos exitosos y el tiempo total. El resultado de estos cálculos es un índice entre 0 y 1 donde 1 representa 100%.

6. Conclusiones

La presente investigación realiza un aporte para futuros estudios en cuanto a la estimación del potencial creativo y las habilidades espaciales en adolescentes, pues válida en el ámbito nacional (Colombia) la consistencia interna y aplicabilidad de los test: Mental Rotation Test MRT (Vandenberg & Kuse, 1978) , Purdeu Spatial Visualisation Test PSVT (R. Guay, 1977) y Torrance Thinking of Creative Test TTCT (Torrance, 1974; Torrance, 1966) a partir de la estimación del coeficiente alpha de Cronbach con una muestra aproximada de 200 personas. Se reportan los siguientes niveles de fiabilidad: MRT, $\alpha = 0,728$, PSVT, $\alpha = 0,805$, TTCT, $\alpha = 0,90$.

La presente investigación revela la existencia de diferencias significativas en las dinámicas de

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Escuela de Pedagogía</small>	FORMATO
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE
Código: FOR020GIB	Versión: 01
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 12 de 13

interacción de los participantes categorizados por su estilo cognitivo y favoreciendo al grupo independiente de campo IC en el índice de eficacia, en la variable logro de aprendizaje, el elemento ayuda y habilidades espaciales. El elemento Eventos exitosos entendidos como las ocasiones en las cuales el usuario cumple satisfactoriamente con el problema planteado en el nivel y Total eventos -es decir, incluyendo los intentos fallidos- dan muestra de las características de los diferentes estilos cognitivos. Es claro que el grupo IC tiene un total de eventos superior comparado con el grupo INT y DC resultado que concuerda con lo expuesto por Hederich y Camargo (2000) al exponer las características del estilo cognitivo independiente de campo: "Los individuos independientes del medio construyen conceptos a partir de sucesivas reformulaciones de una información inicial" (p 9).

Los resultados de esta investigación muestran correlación significativa ($p < 0.01$ bilateral) débil y positiva entre el estilo cognitivo (PFE) y flexibilidad, originalidad y potencial creativo. Adicionalmente muestra una correlación significativa muy débil con fluidez y elaboración. Los coeficientes de determinación (r^2) para este análisis son: flexibilidad $r^2 = 0.046$, originalidad $r^2 = 0.043$, fluidez $r^2 = 0.037$, elaboración $r^2 = 0.030$ y potencial creativo $r^2 = 0.048$. Ello implica, de acuerdo al coeficiente de determinación (r^2), que el estilo cognitivo explica cerca del 4.8% de la variable potencial creativo. Así mismo, da razón sobre los porcentajes similares en los elementos flexibilidad (4.6%), originalidad (4.3%), fluidez (3.7%), elaboración (3%).

A partir del cálculo post hoc posterior al ANOVA, se evidencia una diferencia significativa en el potencial creativo entre los grupos IC y DC a favor de IC en los elementos: flexibilidad, originalidad, fluidez, elaboración y potencial creativo. Además, entre los grupos INT y DC a favor de INT en los elementos: flexibilidad, fluidez y elaboración.

Los resultados del análisis muestran una correlación significativa ($p < 0.01$, bilateral) positiva débil entre el estilo cognitivo (PFE) y los elementos de la variable habilidad espacial visualización espacial y rotación mental. Así mismo, el análisis de contraste de medias post hoc indica diferencias significativas a favor del grupo IC respecto a DC en la rotación mental y visualización espacial: MRT [diferencia = 2.834], PSVT [diferencia = 4.120].

El videojuego como ambiente articulador de procesos de pensamiento basados en la solución de problemas debe mantenerse en constante exploración pero no desde la adaptación de los productos comerciales al ámbito educativo, sino que desde la mismas particularidades que ofrece el contexto de cada escuela, articule desarrollos informáticos y digitales que intenten resolver las especificidades del ambiente particular en donde las necesidades puntuales de la población sean el marco de desarrollo de estas aplicaciones.

Debido al carácter polisémico y multidimensional de la creatividad es necesario realizar aproximaciones desde diferentes modelos estadísticos, si bien bajo el supuesto de linealidad se encuentran relaciones entre estilo cognitivo, habilidad espacial y potencial creativo, es claro que no son los únicos factores que determinan el potencial creativo. Para estudios posteriores es necesario incluir variables adicionales que desde la perspectiva teórica tienen relación o influencia en el potencial creativo como por ejemplo la motivación y la inteligencia, el producto creativo, entre otras.

No basta con aumentar el número de variables a considerar, también se hace necesario robustecer el método de análisis estadístico, después de esta investigación, es difícil para los investigadores alejarse de la idea de un análisis multidimensional exploratorio y la inclusión de herramientas de análisis para minería de datos con el fin de determinar un modelo que permita ajustarse mejor al comportamiento de la variable potencial creativo.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Escuela de Pedagogía</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 13 de 13	

Elaborado por:	Joaquín Hernández Nopsa William Hernández González
Revisado por:	Dr. Luis Bayardo Sanabria Rodríguez

Fecha de elaboración del Resumen:	26	08	2017
--	----	----	------

Tabla de contenido

Tabla de contenido	2
Resumen	7
CAPÍTULO UNO: INTRODUCCIÓN	10
Planteamiento del Problema	10
Desde nuestra práctica	27
Objetivos y propósitos del estudio.	30
Preguntas de Investigación:	31
Preguntas asociadas	31
Objetivo General:	32
Objetivos específicos:	32
Hipótesis del estudio.	32
CAPÍTULO DOS: REVISIÓN DE LITERATURA	34
Estado del Arte de la Investigación.	34
Marco Teórico	54
Aspectos generales sobre la creatividad	54
Ambiente	57
Experiencia	59
Motivación	62
Juego & Videjuego	65
Estilo Cognitivo	68
Flexibilidad	71
Boceto y Dibujo Técnico	74
Habilidades Espaciales	78
CAPÍTULO TRES: METODOLOGÍA	81
Enfoque metodológico	81
Variables independientes:	82
Variable dependiente:	82
Variables asociadas:	83
Diseño de investigación	83
Población y selección de muestras.	84
Delimitación de la población.	84
Procedimientos para los participantes.	84
Instrucciones a los participantes.	86
Instrumentos utilizados en el presente estudio.	86
Test de Figuras Enmascaradas EFT (Embedded Figures Test)	87

Test de Pensamiento Creativo de Torrance (TTCT)	88
Prueba de Rotación Mental (MRT).	90
Prueba de Visualización Espacial de Purdue: Rotaciones (PSVT-R)	91
Confiabilidad de los instrumentos	94
Ambiente de aprendizaje.	95
Desarrollo del Videojuego	95
Análisis de los datos.	105
Descriptiva de los datos y población	105
Validación instrumentos.	107
Análisis Correlacional	108
Diferencias significativas entre grupos (ANOVA)	117
Análisis estadístico del juego.	126
Limitaciones del estudio	134
CAPÍTULO CUATRO: RESULTADOS	135
Hipótesis Uno	135
Hipótesis Dos	137
Hipótesis Tres.	139
CAPÍTULO CINCO: RESUMEN, CONCLUSIONES E IMPLICACIONES	143
Conclusiones generales	143
Ambiente de aprendizaje	144
Potencial creativo y estilo cognitivo	147
Habilidades espaciales	151
Implicaciones para la enseñanza en la escuela	154
Implicaciones para investigaciones futuras	155
Proyección de análisis estadístico	155
Consideraciones Generales	156
ANEXOS	171
Anexo A.	171
Anexo B.	173
Anexo C.	174
Anexo D.	175
Anexo E.	176
Anexo F.	180

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Estructura general de la investigación</i>	25
<i>Figura 2. Ejercicio test de figuras enmascaradas (segmento).</i>	88
<i>Figura 3. Fragmento Test de Torrance TTCT. Segundo subtest.</i>	90
<i>Figura 4. Fragmento Test de rotación mental MRT.</i>	91
<i>Figura 5. Ejercicio Prueba de Visualización Espacial de Purdue: Rotaciones (PSVT-R).</i>	92
<i>Figura 6. Diseño de personaje. Caracterización Luc McGreen.</i>	95
<i>Figura 7. Diseño y disposición de la interfaz de juego.</i>	96
<i>Figura 8. Modo visualización 3° Persona.</i>	97
<i>Figura 9. Detalle del panel de estado. Caja de Herramientas.</i>	98
<i>Figura 10. Teclas de control del personaje.</i>	100
<i>Figura 11. Detalle Sistema de Ayuda ROBOT IN TROUBLES.</i>	100
<i>Figura 12. Arquitectura interfaz ROBOT IN TROUBLES.</i>	101
<i>Figura 13. Matriz de dispersión con BoxPlot: MRT/PFE/PSVT.</i>	112
<i>Figura 14. Matriz de dispersión con BoxPlot.</i>	116
<i>Figura 15. Matriz de dispersión con BoxPlot: Potencial Creativo.</i>	122
<i>Figura 16. Eventos Totales / Eventos Exitosos.</i>	127
<i>Figura 17. Tiempo / Ayuda / Grupos y Niveles.</i>	128
<i>Figura 18 Eficacia /Grupos y Niveles.</i>	129
<i>Figura 19 Eficiencia / Grupos y Niveles.</i>	130
<i>Figura 20. Diagrama de dispersión. Estilo Cognitivo / Potencial creativo.</i>	136
<i>Figura 21. Tiempo de juego por nivel y estilos cognitivos.</i>	139

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Diseño de Investigación.</i>	83
<i>Tabla 2. Orden de aplicación de los instrumentos de medida y tiempo empleado para el experimento.</i>	85
<i>Tabla 3. Elementos TTCT.</i>	89
<i>Tabla 4. Confiabilidad Test (PSVT: R)</i>	93
<i>Tabla 5. Confiabilidad de los instrumentos psicométricos utilizados en la investigación.</i>	94
<i>Tabla 6. Dificultad por niveles.</i>	97
<i>Tabla 7. Elementos y características panel de estado. Caja de herramientas.</i>	99
<i>Tabla 8. Arquitectura interfaz juego ROBOT IN TROUBLES.</i>	102
<i>Tabla 9. Elementos con origen en el ambiente de aprendizaje R&T.</i>	104
<i>Tabla 10. Estadísticos descriptivos.</i>	106
<i>Tabla 11. Validación instrumentos psicométricos.</i>	108
<i>Tabla 12. Validación elementos constitutivos TTCT.</i>	108
<i>Tabla 13. Correlación PFE/MRT/PSVT.</i>	110
<i>Tabla 14. Correlación Potencial Creativo y dimensiones / Estilo Cognitivo.</i>	114
<i>Tabla 15. Correlación Potencial Creativo /habilidades espaciales.</i>	117
<i>Tabla 16. Grupos experimentales.</i>	118
<i>Tabla 17. ANOVA Potencial C.</i>	119
<i>Tabla 18. Post Hoc Potencial C.</i>	117
<i>Tabla 19. Anova elementos Potencial Creativo.</i>	120
<i>Tabla 20. Comparaciones múltiples.</i>	121
<i>Tabla 21. ANOVA Habilidades espaciales.</i>	123
<i>Tabla 22. Post Hoc Habilidades espaciales.</i>	123
<i>Tabla 23. ANOVA Elementos Ambiente de Aprendizaje.</i>	125
<i>Tabla 24. Post Hoc Elementos Ambiente de aprendizaje</i>	125
<i>Tabla 25. Eficiencia-Eficacia grupo 0 IC-1° Persona.</i>	131
<i>Tabla 26. Eficiencia-Eficacia grupo 1 IC-3° Persona.</i>	131
<i>Tabla 27. Eficiencia-Eficacia grupo 2 INT-1° Persona.</i>	131

<i>Tabla 28. Eficiencia-Eficacia grupo 3 INT-3° Persona.</i>	132
<i>Tabla 29. Eficiencia-Eficacia grupo 4 DC-1° Persona.</i>	132
<i>Tabla 30. Eficiencia-Eficacia grupo 5 DC-3° Persona.</i>	132

Resumen

La presente investigación tiene como objetivo analizar las relaciones entre el estilo cognitivo -dependencia, intermedio e independencia de campo-, el logro de aprendizaje, el potencial creativo y las habilidades espaciales de visualización espacial y rotación mental en los estudiantes con formación en competencias de dibujo técnico pertenecientes a la Institución focalizadas, por medio de la interacción con un ambiente de aprendizaje con dos versiones de visualización: 1° y 3° persona.

Se asume la creatividad como un constructo que es innata en la especie, de naturaleza polisémica, multidimensional e indeterminada; no obstante, susceptible a ser abordada desde el potencial creativo el cual se asume como variable dependiente al igual que las habilidades espaciales y el logro de aprendizaje; como variable independiente el ambiente de aprendizaje (ROBOT IN TROUBLES); el estilo cognitivo independiente – intermedio - dependiente de campo se considera como variable asociada, aunque de naturaleza independiente.

Enmarcado en el paradigma experimental, esta investigación utiliza un diseño factorial inter – sujetos 3x2 . Los instrumentos seleccionados para la recolección de la información son el test de pensamiento creativo de Torrance (TTCT) (Torrance, 1972), la prueba de figuras enmascaradas (EFT) (Witkin y Goodenough, 1981) el test de rotación mental (MRT) (Vandenberg & Kuse, 1978), la prueba de visualización espacial de Purdue (PSVT) (R. Guay, 1977); la recolección de datos sobre la interacción de los usuarios en el ambiente de aprendizaje por medio de inserción en base de datos. Los estadísticos utilizados son: el coeficiente de correlación de pearson, índice de confiabilidad de Cronbach, ANOVA y pruebas de contraste de medias post hoc.

Se propone como ambiente de aprendizaje **ROBOT IN TROUBLES** consistente en un videojuego diseñado y programado por los investigadores, en el que se consideran las habilidades espaciales y la resolución de problemas como ejes centrales de las dinámicas de interacción. El ambiente favorece la flexibilidad de pensamiento en un ambiente inmersivo en el que el usuario a través de la experimentación y exploración del entorno entrena las habilidades espaciales.

A partir de una muestra de 197 personas se reportan niveles de fiabilidad en: MRT, $\alpha = 0,728$, PSVT, $\alpha = 0,805$, TTCT, $\alpha = 0,90$. Los resultados indican correlación débil y positiva entre el estilo cognitivo y potencial creativo $r = 0.220$ y habilidades espaciales (MRT, $r = 0.379$; PSVT $r = 0.186$). Adicionalmente los resultados de contraste post hoc evidencian diferencias significativas intra grupos del estilo cognitivo, predominando un desempeño superior en los test aplicados por parte de los sujetos independientes de campo.

Posteriormente se expone el comportamiento de los usuarios con el ambiente de aprendizaje a partir de los elementos Tiempo_total, Ayuda, Eventos exitosos y Total eventos; con los cuales se determinan los coeficientes de eficiencia y eficacia, con el fin de determinar el logro de aprendizaje. Se discuten las hipótesis a partir de los resultados obtenidos y su contraste con el desarrollo del marco teórico, haciendo énfasis en las diferencias obtenidas por los grupos de estilo cognitivo - independiente de campo, intermedio, dependiente de campo-. Adicionalmente se sugieren futuras líneas de investigación e implicaciones de los hallazgos reportados en el ámbito escolar.

Palabras clave: Relaciones espaciales, estilo cognitivo, potencial creativo, videojuego, ambiente de aprendizaje.

CAPÍTULO UNO: INTRODUCCIÓN

Planteamiento del Problema

Si bien es cierto que la creatividad como capacidad es innata en la especie, no es menos cierta su naturaleza polisémica, multidimensional e indeterminada en lo que tiene que ver con su definición, enseñanza y proyección (Amabile, 1996; Dietrich, 200, Guilford, 1984; Sternberg & Lubart, 1996); caracterizada por la capacidad de resolver problemas y generar resultados originales y útiles (Robinson, 2011; Runco, 1988), los cuales se cimentan en la interacción entre procesos cognitivos y afectivos que subyacen a la inventiva y la capacidad de encontrar nuevas soluciones a un problema (DeHaan, 2009; Dietrich, 2004); las cuales dependen y son producto del pensamiento ordinario y cotidiano (Weisberg, 2010).

La sociedad contemporánea exige ser creativo, pero la estructura sobre la cual están construidas las prácticas pedagógicas promueven una visión resultadista e inmediatista, donde se favorecen enfoques racionales, lógicos y convergentes, es decir, en términos de Tobón (2002) científico-reduccionistas; en la que es la misma sociedad -de acuerdo a Sternberg (2003) - quien promueve la conformidad intelectual, la cual suprime el potencial creativo tanto en niños mayores como en adultos.

Es así como la educación -y por lo tanto la escuela por extensión- quien debería de articular, favorecer y potenciar la creatividad como elemento transversal e integral en la formación de cualquier ser humano, en realidad auspicia una sola forma de aproximación a la realidad, en la que a menudo el rendimiento académico y la creatividad son vistos como excluyentes (Russo, 2013).

El sistema escolar enfatiza las respuestas correctas individuales y ofrece pocas oportunidades para el aprendizaje por exploración, resolución de problemas o la innovación

(Loehle, 1990). Sin embargo se espera de ellos, ya sea dentro del proceso de formación (en el que se les exige ser creativos sin mediar ninguna estrategia de fortalecimiento o proyección del potencial creativo) o al estudiante una vez ya graduado, que se convierta en un pensador independiente y un solucionador de problemas creativos (Loehle, 1990).

En este sentido, tal como lo explicita Schon (1992) “un curriculum profesional organizado en torno a una preparación para competencias bastante genéricas de solución de problemas y toma de decisiones, comienza a parecer radicalmente insuficiente” (p.16); de hecho para Hargreaves (2003); Sawyer (2006), tomado de Green & Kaufman (2015) pese a la importancia reconocida de la creatividad, los sistemas escolares actuales no preparan adecuadamente a los más jóvenes para convertirse en pensadores creativos; de hecho, al favorecer el pensamiento lógico matemático; se termina inhibiendo los procesos de pensamiento divergentes y creativos (Schon, 1992).

En otras palabras, la escuela persiste en proyectar los modelos de enseñanza aprendizaje basado en el modelo de economía industrial surgido en el siglo xix en una sociedad que está en tránsito a una economía que actualmente se basa en el conocimiento; de ahí que según Sawyer (2006) muchas de las características de las escuelas de hoy en día se han vuelto obsoletas.

Es claro que el rol de la escuela no debe centrarse en el desarrollo de contenidos disciplinares y competencias específicas desarticuladas y menos aún cuando son de orden procedimental, técnico o reduccionista; que si bien es cierto son necesarios, de ningún modo suficientes para favorecer el potencial creativo en los estudiantes y por ende el abordaje de problemas débilmente estructurados o mal definidos los cuales se caracterizan por poseer amplias zonas indeterminadas, caracterizadas por singularidades, incertidumbre y conflicto de valores (Schon, 1992).

Con frecuencia la creatividad es relacionada con la solución de problemas; Amabile (1996) describe la creatividad como un proceso que busca llegar a soluciones; así como Runco (2004) dice que la creatividad es más evidente cuando está en función de la resolución de problemas.

Se define como creativa a la persona que genere consistente productos que cumplan las condiciones que propone Amabile (1996); Amabile (1982); Runco (1988), consistente en resolver un problema a través de resultados originales y útiles; sin embargo esta caracterización sólo describe a un rango de población muy específica la cual ciertamente cumple con esas condiciones; no obstante, como especie el potencial creativo es innato y está latente en cada uno de nosotros; es decir, de naturaleza transversal y susceptible a ser desarrollado, el cual dependiendo de factores tanto interno como de contexto puede alcanzar niveles universales.

Es por ello que cuando se mide cuán creativo es un sujeto depende del contexto e impacto de la resolución del problema así como su alcance; en este sentido según Piffer, (2012) para la medición de la creatividad para un sujeto se hace a través del producto y el impacto que tenga este dentro del contexto social e histórico en que se de.

La medición del Potencial Creativo se realiza a través de test psicométricos; lo que se considera como creatividad de dominio general y aplicable a la resolución de problemas de índole cercano y situaciones cotidianas. En resumen, según Cho (2017) la creatividad medida a través de la evaluación psicométrica se considera como de dominio general, y la creatividad medida a través del producto se le llama como de dominio específico porque las evaluaciones de los expertos están involucradas.

Para Cohen (2012) la resolución de problemas y la creatividad, si bien comparten un punto de partido común -la incongruencia en un problema-, no son lo mismo; ambos

requieren conocimiento, motivación, repetición y descubrimiento de combinaciones únicas, así como la participación de fases o etapas en el proceso; pero son diferentes en duración y efecto, tanto externa como internamente. Al respecto Cohen (2012) afirma:

Problem solving is generally a short-term process while creativity at higher levels is life-long. Creativity at high levels focuses on a larger unit of analysis, more on a totality rather than a specific answer, and usually involves a greater impact on the world. In problem solving, problems are typically externally set, with the focus on resolution. By contrast, mature creativity involves problem finding, wherein both problems and innovative solutions are generated internally and intrinsically, although there certainly are both external stimuli and parameters. (p.9)

Por lo tanto, la solución creativa de problemas, no depende exclusivamente de las habilidades de resolución de problemas clásicos Jaarsveld, Lachmann, & van Leeuwen (2013); los cuales responden a la aplicación de reglas convencionales basadas en la lógica y que apuntan a una única solución correcta en función de un proceso sistemático y lineal, esto es en palabras de Guilford (1959) pensamiento convergente; y que está mayormente involucrado en actividades que normalmente se clasifican como tareas de inteligencia (Chatterjee & Coslett, 2013).

En contraste, el pensamiento divergente se define como “the kind that goes off in different directions” (Guilford, 1959), es decir, es la capacidad que lidia con los problemas que responden a más de una posible solución y que no están completamente determinadas por la información dada. Para este autor, el pensamiento divergente se relaciona con el proceso de ideación, el cual lo discrimina en cuatro elementos: la flexibilidad (la capacidad de cambiar de enfoque), la fluidez (número de ideas), la elaboración (complejidad de la idea) y la originalidad (inusualidad).

Para Chatterjee & Coslett (2013) el pensamiento divergente se puede definir como “the generation of a novel ideas or solution to a question or problem. This process requires the thinkers to go beyond know answer and processes and generate new ones, and thus is a key component of the creativity process” (p.369); ello implica tomar una dirección diferente en los modos de pensamiento o expresión con respecto a los que prevalecen en la mayoría de los individuos, definida esta última por Leung et al. (2012) como rigidez cognitiva.

No obstante, el pensamiento divergente no se puede considerar como una medida exacta y exclusiva del pensamiento creativo; como tampoco un predictor del desempeño creativo en los individuos. Plucker & Makel (2010), Runco (1993) sostienen que el pensamiento divergente es sólo un aspecto del proceso creativo. En este sentido, la creatividad necesita tanto del pensamiento convergente y divergente, con el fin de llegar a una formulación de calidad (Jaarsveld et al., 2013; Jaarsveld & Leeuwen, 2005).

En efecto, el pensamiento creativo es de naturaleza multidimensional, el cual exige la participación del pensamiento divergente en la generación de ideas y alternativas de solución, así como la estructura y análisis del pensamiento convergente el cual busca su validación y contraste; dicho de otro modo, tanto las habilidades de pensamiento divergente como las de pensamiento convergente son necesarias en el proceso creativo. Esto es en palabras de Runco (2007) citado por Sastre-Riba, (2012):

Así pues, la creatividad, aunque sea un constructo separado del de inteligencia, reclama habilidades cognitivas interrelacionadas y cierta base cognitiva para su funcionamiento en una relación no lineal; es decir, la persona con alta capacidad intelectual no necesariamente es creativa, sino que depende del tipo de recursos intelectuales convergentes o divergentes que configuren su perfil intelectual. (p. 69)

Sin embargo, esto no quiere decir que a mayor inteligencia, es mayor el desempeño creativo. “that intelligence is important to creativity "up to a point," beyond which greater intelligence does not lead to greater creativity ... Divergent thinking, on the other hand, is critical to creativity” Mumford & Gustafson (1988) tomado de (Green & Kaufman, 2015).

Desde la perspectiva del Diseño, Goel (2014); Goel & Pirolli (1992) explicita el mismo concepto; para este último, la resolución de problemas creativos exigen de parte del individuo procesos de pensamiento lógicos y creativos; señalando que si bien los procesos de pensamiento divergente son fundamentales en el diseño, estos no son suficientes y exigen el pensamiento convergente. “While divergent thinking (or making connections between widely dispersed concepts) is critical for design, it is not sufficient. Design also requires convergent thinking”. (p.15)

En el diseño, son habituales el uso del boceto como herramienta clave en la estructuración del problema el cual apunta a la exploración y validación de la solución (Cross, 2006); en este sentido Goel (1995) reconoce en los bocetos sistemas de símbolos los cuales inicialmente ayudan a las transformaciones laterales o divergentes ampliando el espacio del problema para después facilitar procesos de inferencia y validación lo que él define como transformaciones verticales o convergentes.

En el área de las ingenierías, el boceto es también considerado como elemento clave en la actividad proyectual; así como herramienta de expresión del pensamiento espacial del individuo Navarro et al. (2004).

El dibujo y el boceto trascienden la mera representación perceptual de la realidad para convertirse en síntesis de complejos procesos mentales en los que es posible visualizar diferentes fases del proceso de resolución, así como dar cuenta de los estados previos, actuales o posteriores del marco inicial del problema; facilitando así la exploración de

eventuales rutas de solución; en otras palabras, enriquecen, profundizan y direccionan los procesos perceptuales de la realidad de los individuos. En palabras de Cross (2006), “The concepts that are drafted in design sketches are there to be criticised, not admired; and they are part of the activity of discovery, of exploration, that is the activity of designing” (p.36).

Adicional a ello, para Cross (2006) es claro que los bocetos permiten a los diseñadores manejar diferentes niveles de abstracción simultáneamente, así como ayuda a la estructuración del problema a través de los intentos de solución; facilitando los procesos de evaluación entre el estado intermedio del diseño en relación con los criterios de diseño y sus propias interpretaciones de la tarea de diseño (Jaarsveld & Leeuwen, 2005).

En la misma línea; Cohen & Hegarty (2014) citado por Villa Sicilia (2016) consideran que “en la formación del pensamiento espacial, dibujar puede proporcionar feedback neural de apoyo al aprendizaje. El hecho de dibujar y copiar ayuda a codificar con precisión la información de configuraciones espaciales” (p.97).

De igual manera Zahedi (2016) considera que: “Understanding and mastering 2D drawings, 3D forms (volumes, interaction of shapes, etc.), composition, colour, and materials and familiarity with techniques are considered fundamental to all design expression” (p.1).

En este sentido, el dibujo desarrolla el pensamiento espacial en el individuo el cual está ligado a las habilidades espaciales que son consideradas como una forma de actividad mental de naturaleza multifacética, esencial en las tareas cotidianas y especializadas Linn & Petersen (1985); que permite crear y manipular a las personas- a través de operaciones mentales- imágenes espaciales en la solución de diversos problemas prácticos y teóricos (Hegarty & Waller, 2005; Kozhevnikov, Motes, & Hegarty, 2007).

Las habilidades espaciales poseen y desarrollan un rol mucho más profundo y complejo que solamente la visualización y representación de los espacios tridimensionales; en efecto, estas facilitan la descripción, pero también la proyección, rotación, transformación y articulación de múltiples objetos a nivel mental; los cuales a su vez ayudan a procesos superiores relacionados con el pensamiento divergente, convergente, y por lo tanto con el potencial creativo, además de las contribuciones a las habilidades relacionadas con las ingenierías y áreas tecnológicas (Lubinski, 2010; Miller, 2000).

Sorby, Nevin, Behan, Mageean, & Sheridan (2014) encontraron que las habilidades espaciales son fundamentales para el razonamiento y procesos creativos e innovadores en el diseño arquitectónico y de interiores; por su parte Allen (2010) reconoce que entre más fuertes y desarrolladas sean las habilidades espaciales en un individuo, aumentará la capacidad de visualizar posibles soluciones a un problema de diseño; al respecto afirma: “The more creative a person is the more ideas one can generate. Thus, visualizing more novel ideas leads to greater creativity and vice versa” (Allen, 2000, p.17); y en esta misma línea Kozhevnikov et.al (2005) admite que las personas con mejores habilidades espaciales saben utilizar las relaciones espaciales para analizar objetos de forma individual. De ahí que los altos niveles de capacidad espacial han sido frecuentemente vinculados a la creatividad, no sólo en las artes, sino también en ciencia y matemáticas (Shepard, 1978).

Recientemente, Chang (2014) exploró los efectos auxiliares de las aplicaciones 3D-CAD sobre las capacidades de diseño creativo de los estudiantes con diferentes habilidades espaciales; encontrando que estas últimas se correlacionaron moderadamente con su desempeño creativo de los estudiantes, especialmente la creatividad funcional.

Es claro que tanto la realidad perceptual como estrategia para la representación mental de lo que nos rodea exige la participación de las habilidades espaciales y que está sujeta a la

experiencia del sujeto; la cual se relaciona con la memoria y está basada en el almacenamiento, en la manipulación de información y el conocimiento (Chang, 2014); todo ello necesario para la flexibilidad cognitiva, el pensamiento abstracto y la planificación estratégica (Dietrich, 2004).

“Los factores cognitivos de la capacidad espacial se desarrollan cuando los seres humanos interactúan con el mundo que les rodea. Las personas adquieren conocimientos a partir de la interacción con los objetos, utilizando y manipulando los elementos que les rodea de forma que el conocimiento se adquiere a través de la observación y la interacción”. (Gutiérrez, 2010, p. 58)

Por tanto, las habilidades espaciales exigen memoria de trabajo y están obviamente afectadas por la cantidad de información que se puede mantener simultáneamente en la memoria. Ahora, el almacenamiento y acumulación de información, es decir la memorización de datos *per se* bajo ninguna circunstancia constituye una característica formal del potencial creativo; si bien es importante como acervo constitutivo de la experiencia y requisito para múltiples operaciones cognitivas complejas como el cálculo mental, razonamiento y comprensión del lenguaje (Villa Sicilia, 2016) es de mayor importancia la habilidad para reconocer, catalogar, ordenar, sobreponer y actualizar la información recuperada para formar nuevas combinaciones, todo ello a través de la flexibilidad cognitiva (Dietrich, 2004).

La importancia de las habilidades espaciales está sobradamente confirmada, y si bien son innatas Cho (2017), no están completamente desarrolladas en los individuos y por lo tanto son susceptibles a ser mejoradas a través de la educación y el entrenamiento (Yang & Cheng, 2010). “Las habilidades espaciales se van desarrollando a través de nuestra experiencia en la vida (Bertoline, 1998), pero todas las personas pueden mejorar sus habilidades espaciales con la práctica o formación adecuada”. (Villa Sicilia, 2016, p.93)

En este aspecto, Chang (2014), Cohen & Hegarty (2014); Navarro et al. (2004); Samsudin et. al. (2011) concluyen que la habilidad espacial no solo es maleable sino que también responde positivamente al entrenamiento basado en tecnologías asequibles (modelos tridimensionales, videos, animaciones y videojuegos) que a partir de un entrenamiento apropiado, mejoran las habilidades de visualización y manipulación de objetos. Por lo tanto, la escuela debe desarrollar formas efectivas para que los estudiantes ejerciten y mejoren a edades tempranas sus habilidades espaciales, considerando que estas alcanzan su nivel máximo entre los 14 y 18 años de edad, decreciendo lentamente a partir de ese momento Martín-Dorta (2009) citado por Villa Sicilia (2016); pero fundamental porque su desarrollo y proyección redundará en la comprensión, aproximación y resolución de problemas fuertemente y débilmente estructurados.

Sin embargo, es frecuente en la escuela tradicional que el desarrollo de las habilidades espaciales así como el dibujo y por extensión el boceto, estén asociadas a actividades de pasatiempo o divertimento y rara vez sean vinculadas a procesos de pensamiento y percepción del estudiante, o que simple y llanamente no se consideren; es por ello que se asumen como elementos secundarios. Para confirmarlo solo basta revisar la intensidad semanal de las instituciones tradicionales en las cuales no supera en promedio las dos horas semanales.

La razón en parte radica en que son vistas como habilidades inherentes y plenamente desarrollada en los estudiantes, del mismo modo en que erróneamente se asume que la creatividad -si bien es innata- es natural en los estudiantes y por lo tanto no necesita atención de parte del currículo; es así como se desprecia su rol articulador y visualizador de procesos de pensamiento complejo con el que se explora, proyecta, articula y reconstruyen situaciones problémicas, muchas veces no completamente determinadas.

Ahora bien, la inclusión dentro del currículo de áreas o asignaturas específicas relacionadas con el dibujo y la expresión no asegura de ninguna manera el desarrollo de las habilidades y capacidades mencionadas, dado que es usual -en ese espacio- concentrarse en el desarrollo de habilidades técnicas e instrumentales, desatendiendo la proyección así como la promoción de las habilidades y capacidades cognitivas mencionadas.

En el caso de las habilidades espaciales, es con frecuencia confundida con la realidad perceptual; si bien están muy relacionadas no son lo mismo. La realidad de lo cotidiano se revela ante los sentidos de manera tridimensional haciendo que los objetos se perciban con volumen y profundidad a partir de un punto desde el cual los sentidos los reconocen. Cuando el punto de vista cambia, las formas de los objetos que percibimos también lo hacen. Esto se conoce como realidad óptica (Allen, 2010). La realidad perceptual de cada individuo ajusta las imágenes siempre cambiantes, proporcionando la constancia del objeto.

Ahora bien, observar estos mismos objetos de frente -es decir, en proyección ortográfica-, exige de parte del sujeto ciertas operaciones mentales de abstracción, inferencia y proyección que lo obligan a considerar en detalle la forma y proporción real del objeto, así como ser capaz de rotar, escalar, trasladar y proyectar mentalmente la forma a través de un plano; es ahí donde las habilidades espaciales se precisan y son fundamentales; máxime cuando se ha demostrado que la relación entre el dibujo y las habilidades espaciales es directa y efectiva, en la medida en que se utilicen las estrategias adecuadas. De acuerdo con esto, Villa Sicilia (2016) afirma que: “Se ha demostrado que la enseñanza en expresión gráfica no es únicamente útil para adquirir los conocimientos relacionados, sino también para desarrollar las habilidades espaciales”(p.236).

Es por esto que en el contexto de las asignaturas de expresión gráfica, se espera que el estudiante no solo desarrolle esta habilidad, es decir, la representación bidimensional de

objetos tridimensionales a través de líneas sobre un plano utilizando los principios y conceptos de la geometría descriptiva; sino que también adquiera la capacidad de comprensión y representación tridimensional a partir de líneas en un plano; es decir, satisfaga la condición de reversibilidad (Rojas et. al. 2011).

En este sentido la práctica pedagógica debe propender en los estudiantes el desarrollo de capacidades y habilidades que le permitan aproximarse a los problemas, indistintamente de la naturaleza determinada o indeterminada; dado que para la resolución de problemas que involucren potencial creativo son necesarias las habilidades espaciales, así como el abordaje de las situaciones problémicas utilizando el pensamiento convergente y divergente. De ahí la importancia de la capacidad del individuo para ordenar y reconfigurar constantemente la información, la experiencia, la intuición y percepción del marco del problema, generando nuevas conexiones dada una intención; esto es en palabras de Horikami & Takahashi (2014) un cambio en los patrones cognitivos del individuo.

Todo ello en búsqueda de una respuesta en una dirección diferente a la habitual; lo que implica una continuidad de pensamiento y constantes procesos de validación; exigiendo del sujeto ir más allá de la respuesta estereotipada o convencional y propender por la generación de nuevos conocimientos dada la situación problémica.

Para ello es casi un acuerdo que las estrategias basadas en la experienciación ya sea en laboratorio o taller son las que resultan más significativas para los estudiantes dado que permiten y estimulan la generación, contrastación y resignificación de manera autógena y auto-regulada entre la información y contenidos propuestos alrededor del área de estudio y el aprendizaje adquirido a través de la exploración, el estímulo de la curiosidad, la consecución de retos y la resignificación de su experiencia.

De igual manera es claro que el dominio de habilidades tanto conceptuales como técnicas, así como de algunos contenidos básicos son fundamentales para su potenciación, es decir, la habilidad instrumental o técnica suele ser previa a la creatividad -pero no estrictamente necesaria o imprescindible- sin que esto signifique que el desarrollo técnico o el dominio de una habilidad específica sea sinónimo de creatividad. Esto quiere decir que con frecuencia existe una preparación previa en la que confluyen experiencia, dedicación, resistencia al fracaso o frustración y una sorprendente sinergia referida al objeto de estudio; todas ellas características relacionadas con aspectos motivacionales y de personalidad.

La motivación tiene que ver con la capacidad de sobreponerse al fracaso y adversidad, así como tolerar la ambigüedad, probar diferentes estrategias de enfoque y abordaje; además de mantener activa la curiosidad (Cohen, 2012; Hirani, 2014; Sternberg, 2006). Ello implica vencer el temor interno al fracaso y al ridículo así como convicción en la consecución del objetivo.

Para Maehr & Meyer (1997) la motivación explica la iniciación, dirección, intensidad, persistencia y calidad del comportamiento orientado hacia un objetivo; en la que observa dos clases: extrínseca e intrínseca; siendo este último tipo de motivación fundamental en la resolución de situaciones indeterminadas ya que asegura procesos de autorregulación permanentes y significativos, tanto en la búsqueda de la solución así como en la validación de la misma (Hirani, 2014).

Es por ello que las personas que son capaces de pensar en direcciones diferentes; dominar conocimientos y habilidades de dominio específico; además de estar intrínsecamente motivados pueden ser relacionadas más fácilmente con un importante potencial creativo (Jauk, Benedek, & Neubauer, 2014).

La motivación es también el elemento estructural en las dinámicas de juego tanto en el tradicional como en los videojuegos; es esta la que impulsa a los jugadores perseverar ante la frustración o la derrota y los anima a explorar, tomar riesgos, probar cosas nuevas y a aprender fallando.

Fracasar no es algo malo en los juegos como lo es en la educación tradicional (Green & Kaufman, 2015). De hecho según este autor, en los videojuegos el fracaso es una manera de obtener retroalimentación sobre el progreso. Para Escribano (2013) el videojuego se considera como una herramienta de aprendizaje experiencial que se deslinda de la estructura formal y tradicional. En él es posible cultivar la creatividad dado que es posible hacer selecciones y acciones continuamente, además de proyectar, construir, simular y asumir roles, actitudes y riesgos que normalmente no se consideran generando experiencias con un fuerte contenido creativo.

Video game playing should increase creativity, directly or indirectly, mediated by its beneficial cognitive, social, emotional, and motivational effects...The games are designed to assure that the obvious move is the incorrect one. It's the ability to anticipate the unanticipated that leads to success in video games. Simply put, video games encourage creativity. (Green & Kaufman, 2015, p.30)

Es claro que además de las habilidades espaciales, los videojuegos facilitan el desarrollo de habilidades de resolución de problemas dado que la naturaleza de los juegos exige justo eso, independientemente de la estrategia a utilizar por parte del jugador; sin embargo la generación milenaria resuelve los problemas mediante ensayo y error, recursivamente recolectando evidencia y probándolo a través de la experimentación. (Prensky, 2012) citado por Green & Kaufman (2015).

Por lo tanto, la satisfacción y motivación, así como el abordaje y resolución de problemas débilmente estructurados, además de las habilidades espaciales, y el potencial creativo claramente se relacionan entre sí y con las dinámicas internas propias del individuo que están estrechamente vinculadas a la experiencia y flexibilidad del sujeto así como con otras dimensiones de orden psicológico y emocional (Felicía, 2009; Gutiérrez, 2010; Russo, 2013). Esto quiere decir que el potencial creativo no solo es sensible a lo que intuye, descubre o percibe de los eventos y cosas que suceden a su alrededor sino también sobre cómo son registrados, ordenados, almacenados y transformados; en atención a lo cual responde, relaciona e interactúa con el ambiente. Dicho de otra manera, es un reflejo de la forma en que procesa la información que está fuertemente asociada la personalidad y la experiencia de vida. Esto es en otras palabras es el estilo cognitivo.

La relación entre el estilo cognitivo y el logro académico se ha estudiado con suficiencia, sobre todo en lo concerniente a las resolución de problemas fuertemente estructurados que con frecuencia pertenecen a las disciplinas académicas pertenecientes a las STEM -ciencias, tecnología, ingenierías y matemáticas-; en las que se ha encontrado un correlación entre el estilo cognitivo independiente de campo con el logro académico en estos campos del conocimiento, así como la importancia de las habilidades espaciales en parte del proceso de resolución de problemas que atienden estas áreas del conocimiento (Cho, 2017; Martínez, 2005; Üstünel, Uçar, Civelek, & Umut, 2015).

En la resolución de problemas débilmente estructurados la creatividad es vital (Hirani, 2014); dado que la capacidad de pensar tanto de manera divergente como convergente denota flexibilidad de pensamiento y por lo tanto aproximaciones al marco del problema de manera holística; estrechamente asociada a una actitud crítica y constante motivación que le permite cuestionar, además de validar permanente sus aproximaciones, e ir adaptándolas a la

situación problémica en pro de la respuesta más adecuada. “A flexible and integrated thinking style is important for creativity to balance the demands of novel and appropriate as well as for balancing the demands of form and function” (Hirani, 2014, p.44).

Por otra parte, la relación entre las habilidades espaciales, estilo cognitivo y el potencial creativo ha ocupado relativa trascendencia en las investigaciones relacionadas con la creatividad. Llama aquí la atención que, a nivel local, desde los estudios de estilo cognitivo no se aborde la resolución de problemas débilmente estructurados; como tampoco las implicaciones del estilo cognitivo en la búsqueda, exploración y validación de soluciones creativas; de igual manera la relación entre el logro académico y el potencial creativo de los individuos. Hasta ahora, sólo se han hecho pocos intentos para examinar la influencia conjunta en el logro creativo real a través de la intermediación de un ambiente de aprendizaje basado en el videojuego el cual exija de parte del usuario la resolución de problemas débilmente estructurados.

Por lo tanto, este estudio tiene como principal motivación indagar las relaciones y diferencias entre el estilo cognitivo independiente dependiente de campo (EFT), las habilidades espaciales de la población focalizada con el indicador psicométrico más común del potencial creativo -TTCT-, y su relación con el logro de aprendizaje a partir de la resolución de problemas débilmente estructurados embebidos en un ambiente de aprendizaje cimentado en el entrenamiento de las habilidades espaciales a través del lenguaje y estética de los videojuegos.

De igual manera sobresale la necesidad de reconocer la trascendencia de las habilidades espaciales no solo en lo que atañe a la visualización, orientación y rotación espacial de objetos con relación al observador, si no a su importancia en la resolución de problemas que exijan potencial creativo. (Ver Figura 1.)

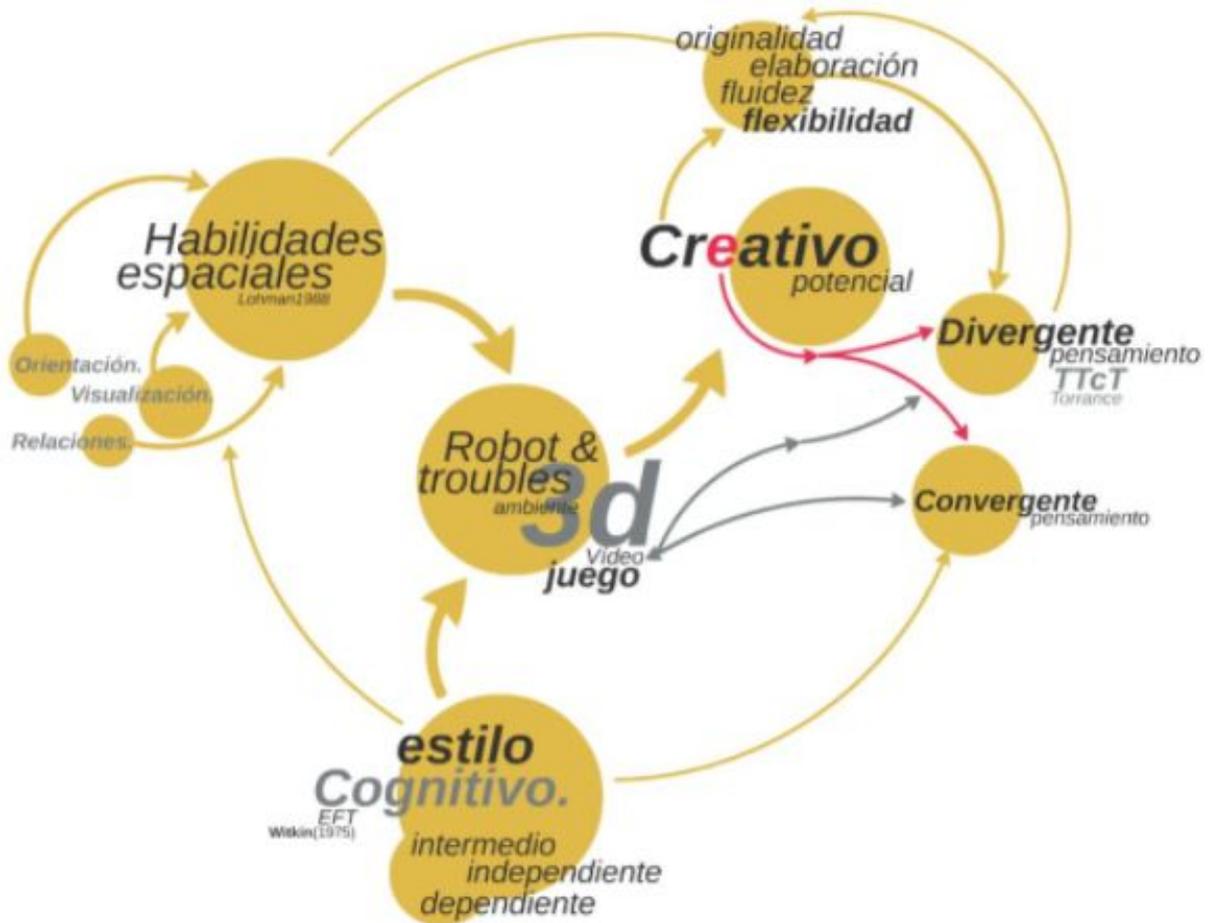


Figura 1. Estructura general de la investigación.
Muestra un resumen gráfico del marco general del presente estudio.
Fuente: Diseño propio.

Adicional a ello se pretende contribuir al acercamiento teórico entre los estilos cognitivos y el potencial creativo dada una mediación a través de ambientes digitales de aprendizaje en el que basándose en el videojuego como estrategia motivadora y la interacción de espacios tridimensionales, busca estimular el potencial creativo de los estudiantes aprovechando principios y competencias propias de las capacidades de orientación y visualización tridimensional, las cuales son ampliamente utilizadas en la prefiguración, rotación, modelamiento y transformación mental tridimensional así como en las abstracciones, operaciones, asociaciones, relaciones y proyecciones mentales generadas entre

un medio y un fin de manera consciente por el sujeto a partir de la información proveniente de los estímulos perceptuales del individuo, y organizados y adaptados según su estilo cognitivo.

Paralelamente se busca una afectación en los estados de memoria y un cambio en la experiencia del sujeto en términos de su interacción con ambientes espaciales digitales generadas a partir de las dinámicas de reto y desafío, adicionales al despliegue audiovisual y narrativo embebidos en el software, condensándose en una experiencia estimulante y emotiva para el usuario.

Desde nuestra práctica

Con respecto a la práctica cotidiana como docentes, las dinámicas propias de la escuela obligan explorar nuevas estrategias que, dependiendo del contexto, pueden marcar la diferencia entre abordar un nuevo contenido más en medio de muchos otros y una oportunidad de reflexión y cambio.

En este sentido la reflexión parte en asumir que la estructura curricular y las competencias a desarrollar no son el único elemento a considerar en los procesos académicos y pedagógicos adelantados con los estudiantes; sino que deben ser asumidos como un elemento más dentro de un complejo sistema dinámico; en el que no se dá por sentado que el estudiante “sabe” -en particular con temas relacionados con creatividad e innovación y tecnología- solo por el hecho de ser joven. Superar estos prejuicios exige aproximarse de manera consciente y desprevenida, libre de inamovibles y absolutos impuestos por las convenciones sociales o las mismas restricciones culturales.

Fue así como en algún momento nos encontramos exigiéndoles a nuestros estudiantes ser creativos, que usaran su imaginación, que innovaran y que pensarán de manera distinta... y pese a las exhortaciones, los resultados -cuando los había- no tomaban distancia de la

obviedad, del estereotipo, del lugar común y del cliché. Era claro que el estudiante se aproxima a los problemas planteados -sin importar su naturaleza- con una visión resultadista, en la que con mínimo esfuerzo se espera el máximo beneficio; que para el individuo, es claro, consiste en la aprobación y promoción; claramente una actitud donde la motivación es extrínseca.

El segundo argumento se desprende del anterior y tiene que ver con la posición muy arraigada en la misma estructura del sistema escolar que confunde “saber” con “aprobación”, la cual está mediada por una nota o recompensa; lo que conlleva a que “saber” no necesariamente implique relacionar, articular o extrapolar conceptos, ideas, experiencias, principios y estrategias disímiles; dado que en la práctica, no es necesario para su aprobación. De esta manera se inhibe la aproximación a las situaciones problémicas utilizando diferentes estrategias o enfoques, evitando así explorar otras alternativas de solución para así validar alternativas de solución a la situación problémica.

Todo ello dentro del marco que genera el inmenso desarrollo de las ciencias y tecnologías de la información, el cual ha permeado todos y cada uno de los diferentes sustratos de la sociedad contemporánea; transformando las nociones de distancia, velocidad, tiempo y espacio así como las dinámicas culturales con la que los estudiantes habitualmente se interrelacionan, de tal manera que lo que considerábamos real, ahora se suscribe al plano de inconmensurable, inaprensible, intangible, efímero, e instantáneo; todo ello fuera del alcance del panóptico de sus padres y la escuela.

Ante este panorama; ¿Cómo captar su atención y aprovechar los medios en los que habitualmente los estudiantes habitan para generar y visualizar procesos de asociación entre habilidades espaciales y potencial creativo a través de la resolución de problemas?; ¿la forma en que perciben, registran y ordenan la realidad los estudiantes, se relaciona con las

estrategias de abordaje aplicadas en la resolución de problemas que exijan potencial creativo?; ¿las habilidades de resolución de problemas se afectan al entrenar las capacidades espaciales de los estudiantes?; ¿El papel del ambiente, en este caso digital, es determinante para el abordaje reflexivo y flexible de problemas débilmente determinados?

Es así como desde la perspectiva como docentes y pedagogos, estas interrogantes ha sido una constante para explorar y cuestionar nuestras propias prácticas en la escuela; dado que conscientes del rol que desempeñamos como formadores y transformadores; pretendemos trascender la posición cómoda de la enseñanza y adiestramiento instrumental, técnico y operativo; para concentrarnos en la búsqueda del yo creativo en nuestros estudiantes.

Objetivos y propósitos del estudio.

El propósito de este estudio es entender la relación entre el estilo cognitivo dependencia-independencia de campo, las habilidades espaciales y el potencial creativo a través de la intermediación de un ambiente de aprendizaje basado en la estructura y dinámica del videojuego ROBOT IN TROUBLES en estudiantes de media técnica con formación en dibujo técnico.

El logro de aprendizaje se obtiene a partir de la interacción del sujeto con el ambiente de aprendizaje ROBOT IN TROUBLES y se entiende como la superación de los diferentes niveles que propone el ambiente. La motivación, en el presente estudio se refiere a la disposición de un individuo hacia razones intrínsecas o extrínsecas para llevar a cabo tareas creativas; en este caso la resolución de los diferentes retos que propone el juego.

Variables independientes:

Para la presente investigación el ambiente de aprendizaje ROBOT IN TROUBLES en sus dos versiones 1º persona y 3º persona son considerados como variables independientes.

Variable dependiente:

Para este estudio las variables dependientes incluyen el

- Potencial creativo: (la originalidad, la fluidez, la elaboración y la flexibilidad)
- Habilidades Espaciales: (visualización espacial y rotación espacial)
- Logro de aprendizaje.

Variables asociadas:

Para la presente investigación, los diferentes tipos de estilo cognitivo serán consideradas como asociadas; sin embargo es claro que dada su naturaleza son de orden independiente.

Preguntas de Investigación:

Las siguiente pregunta de investigación e hipótesis guiaron la investigación para el presente estudio.

¿Cuáles son las relaciones y diferencias entre los estilos cognitivos, el logro de aprendizaje, la habilidad espacial y el potencial creativo en los estudiantes que son entrenados en un ambiente de aprendizaje diferenciado por dos modelos de visualización de juego?

Preguntas asociadas

- ¿El ambiente de aprendizaje ROBOT IN TROUBLES puede tener un efecto positivo en la habilidad espacial del usuario y afectar el potencial creativo del sujeto?
- ¿Cual es el efecto de la interacción de un ambiente de aprendizaje en el desarrollo de la habilidad espacial y el potencial creativo en estudiantes con diferentes estilos cognitivos?
- ¿Cual es el efecto de la interacción de un ambiente de aprendizaje en el desarrollo de la habilidad para resolver problemas en estudiantes con diferentes estilos cognitivos?
- ¿Los estudiantes con alto potencial creativo, mejoran el logro de aprendizaje en la resolución del ambiente de aprendizaje ROBOT IN TROUBLES?
- ¿Existen correlaciones entre los resultados del logro de aprendizaje obtenido a partir del ambiente de aprendizaje ROBOT IN TROUBLES, el potencial creativo y las habilidades espaciales en los estudiantes de la población focalizada?
- ¿El estilo cognitivo de un participante tiene un efecto en su habilidad para resolver problemas a través del ambiente de aprendizaje ROBOT IN TROUBLES?
- ¿De qué manera se relacionan el potencial creativo, la habilidad espacial y el estilo cognitivo en la resolución de problemas débilmente estructurados?

Objetivo General:

Analizar las relaciones y diferencias entre el estilo cognitivo, el potencial creativo, las habilidades espaciales y el logro de aprendizaje a partir de la interacción con el ambiente de aprendizaje ROBOT IN TROUBLES -en sus dos versiones de visualización 1º y 3º persona-, en estudiantes pertenecientes a la población focalizada.

Objetivos específicos:

1. Establecer las relaciones entre el estilo cognitivo dependencia-independencia, el logro de aprendizaje, el potencial creativo y las habilidades espaciales en los estudiantes con formación en competencias de dibujo técnico pertenecientes a la población focalizada.
2. Establecer las diferencias en el logro de aprendizaje, habilidades espaciales y potencial creativo en función del estilo cognitivo en los estudiantes con formación en competencias de dibujo técnico pertenecientes a la población focalizada.

Hipótesis del estudio.

Las hipótesis propuestas para este estudio son:

- H1: Se espera encontrar en los sujetos con estilo cognitivo intermedio de campo un alto potencial creativo.
- H2: Se espera que el ambiente de aprendizaje ROBOT IN TROUBLES, evidencie las habilidades espaciales dirigidas a la solución de problemas débilmente estructurados.
- H3: Se espera que las habilidades espaciales estimuladas en el ambiente de aprendizaje ROBOT IN TROUBLES responda al logro de aprendizaje.

CAPÍTULO DOS: REVISIÓN DE LITERATURA

Estado del Arte de la Investigación.

En cuanto al desarrollo, ejercitamiento y promoción de las habilidades espaciales, Samsudin et al. (2011) reportaron que la habilidad espacial es maleable y sensible al entrenamiento adecuado el cual puede estar basado en tecnologías asequibles. En este sentido, los autores desarrollaron un entrenador espacial basado en un entorno virtual de escritorio soportado en la web que comprenden objetos de entrenamiento virtual para la visualización espacial de ejercicios que exigen la rotación mental. Se enfatiza que el entrenador espacial virtual incluyó, además de las herramientas básicas de rotar, panear y retorcer; animaciones y simulaciones de las diferentes modelos presentados.

El estudio experimental se basó en un diseño de investigación posttest - pretest multifactorial (3x2) que estudió los resultados del entrenamiento de la rotación mental (MR) y visualización espacial (SV) y su impacto en el rendimiento de dibujo ortográfico. La muestra del estudio estuvo compuesta por 98 estudiantes de secundaria.

Dentro de los hallazgos encontrados por Samsudin et al. (2011) resalta la ganancia de rendimiento significativa en la visualización espacial y la precisión de rotación mental, pero no en la velocidad de rotación mental. Adicional a ello, los autores sugieren que los métodos de entrenamiento basados en tecnología pueden ser más eficientes para la visualización y rotación espacial. De igual modo concluyen que la resolución de problemas típicos de ingeniería o dibujo técnico exige habilidades de visualización espacial principalmente y que estas al ser entrenadas en ambientes digitales generan procesos de transferencia de conocimiento y / o habilidad desde el entrenamiento espacial hasta la tarea de dibujo de ingeniería.

Se desprende de esta investigación que la utilización de ambiente virtuales que ejerciten las habilidades espaciales y que incluyan animaciones y transformaciones en su dinámica de uso, influyen positivamente en la resolución de problemas dado que facilitan los procesos cognitivos relacionados con la generación de representaciones mentales necesarias para la visualización, manipulación de objetos y resolución de tareas.

Yue (2009) en el artículo *Spatial Visualization by Realistic 3D Views*, da cuenta del efecto que tiene la forma de representación y visualización del test *Purdue Spatial Visualization Test – Visualization by Rotations (PSVT-R)* en 157 estudiantes del primer año de la comunidad en maestrías de ingeniería y tecnología de la universidad *Essex County College* y 34 estudiantes de secundaria de una escuela secundaria de carreras técnicas. Los resultados de las pruebas se analizaron en cuatro grupos: clases de gráficos, clases de CAD, estudiantes de secundaria y un grupo de comparación.

El estudio consistió en comparar si había mejoras en el rendimiento en las pruebas de visualización espacial (PSVT-R) con vistas 3D realistas vs el método tradicional de representación realizado a través de dibujos isométricos; encontrando que las puntuaciones medias de la prueba 3D realista fueron más altas que las puntuaciones medias de la prueba isométrica, lo que muestra un mayor rendimiento en la prueba de visualización espacial con vistas 3D realistas.

Concluye Yue (2009) que los gráficos computarizados que utilizan modelado y renderizado de sólidos 3D pueden mostrar características mucho más realistas que un dibujo isométrico, lo que probablemente contribuye al mejor rendimiento de los estudiantes en la interpretación y manipulación mental de objetos tridimensionales.

El valor de considerar este artículo como antecedente para la presente investigación radica en dos puntos específicos, el primero se relaciona con la importancia que tiene la

representación de objetos de manera realista en contraposición a la representación axonométrica tradicional; el autor encontró que cuando los estudiantes se enfrentan a representaciones de sólidos a través de líneas en proyección axonométrica la posibilidad de confusión aumenta; por el contrario, cuando observa los mismo objetos renderizados y con volumen las posibles confusiones generadas con la representación axonométrica disminuyen de manera significativa, dado que el uso de sombras y cambios de textura facilita su comprensión. El segundo aspecto tiene que ver con el análisis del PSVT-R test el cual será utilizado en la presente investigación y que pretende medir la habilidades espaciales de visualización en la población focalizada.

Kozhevnikov et al., (2013) desarrollaron la investigación: Creativity, visualization abilities, and visual cognitive style, presentada en el British Journal of Educational Psychology cuyo objetivo principal fue investigar y comparar las relaciones entre diferentes dimensiones de la creatividad (artística y científica) y dimensiones de los estilos y habilidades de visualización (objeto y espacial). Adicional a ello, se compararon los aportes de las capacidades de objetos y visualización espacial frente a estilos que corresponde a las dimensiones científicas y artísticas de la creatividad.

La investigación se desarrolló en dos etapas, la primera con 25 estudiantes de pregrado entre ellos 12 mujeres, a este grupo se aplicaron los test Paper Folding Test, Assessing Spatial Visualization Ability Object-Spatial Imagery and Verbal Questionnaire, Creativity Assessments: TTCT, Insight Problem Solving tasks (spatial subset) y Creative Behavior Inventory. El segundo grupo compuesto por 75 estudiantes (36 mujeres) desarrollaron los mismos test que el primer grupo, adicionalmente completaron una serie de test computarizados de habilidad de visualización espacial: Mental Rotation Test [MRT], Degraded Picture Test [DPT]. De la población total N=49 estudiantes hacen parte de la

facultad de ingeniería y los demás (N=50) provienen de las facultades de administración y ciencias sociales. (Kozhevnikov et al., 2013, p.199)

Para el estudio de los datos se planteó un análisis factorial con el fin de encontrar las relaciones entre las diferentes dimensiones de la creatividad y visualización. A través de un análisis rotación varimax se determinaron tres factores relevantes dentro de un grupo de diez propuestos, de esta manera, identificaron el primer factor como espacial, segundo como objeto, y el tercero como verbal. La estructura de los factores confirma la hipótesis la cual sostiene que la visualización de objetos se relaciona estrechamente con la creatividad artística, la visualización se relaciona con la creatividad científica, y ambas son distintas de la dimensión verbal. Adicionalmente, por medio de regresiones lineales se encontraron en la visualización de objeto y en la visualización espacial como predictores de la creatividad artística y científica. A partir de esto los investigadores concluyen que la visualización de objetos y espacios representa cerca del 11% de la creatividad científica y artística, contrastando con un 3% reportado por estudios anteriores (Kozhevnikov et al., 2013).

Entre las conclusiones más relevantes de este estudio, se encuentra la relación entre habilidades de visualización espaciales y de objeto con la creatividad artística y científica, por ello la necesidad de profundizar en el tema y proponer una estrategia basada en ambientes digitales de aprendizaje como activador de procesos creativos a partir de las habilidades especiales desarrolladas en el área de dibujo técnico.

La investigación: 3D-CAD effects on creative design performance of different spatial abilities students, desarrolla como principal objetivo explorar los efectos auxiliares de las aplicaciones 3D-CAD sobre las capacidades de diseño creativo de los estudiantes, así como las diferentes habilidades espaciales de los mismos. Para ello Chang (2014) focaliza un total de 349 estudiantes de una escuela secundaria pública en el Condado de Taoyuan, Taiwán; de

los cuales 248 (71,06%) eran hombres y 101 (28,93%) eran mujeres. Estos estudiantes fueron divididos aleatoriamente en grupos experimentales y de control.

Este estudio adoptó un diseño cuasi-experimental de pre-test y post-prueba. Como variables independientes se eligieron el método de enseñanza y la habilidad espacial, el grupo experimental asistió a clases de 3d CAD (el software utilizado fue Rhino 4.0) y el grupo control asistió a clases convencionales de diseño. La habilidad espacial fue medida a través de la escala desarrollada por Kang (2006). El coeficiente de confiabilidad de cada subescala está en el rango de 0.78-0.92. La variable dependiente escogida fue el el rendimiento creativo, la cual se midió con la Escala de Desempeño Creativo desarrollada por Chang et al., (2009) con una consistencia interna-confiabilidad de α de Cronbach de 0,95.

Este estudio halló una correlación moderadamente positiva entre las habilidades espaciales de los estudiantes y el rendimiento creativo (0.303). Adicionalmente se encontró que los resultados fueron más altos en el grupo experimental que en el grupo control. En términos de las subescalas de habilidad espacial, la capacidad de relaciones espaciales estuvo más fuertemente correlacionada con el desempeño creativo, con valores entre 0,268 y 0,362. Adicional a ello el uso de 3D-CAD concluye Chang (2014) mejoró significativamente el desempeño creativo de los estudiantes, particularmente con respecto a la estética.

Es así como una estrategia de enseñanza basada en 3D-CAD demuestra ser positivamente influyente en el rendimiento creativo de las soluciones que planteen los estudiantes. Así mismo, soporta la relación entre la habilidad espacial y el desempeño creativo, mediado por un ambiente 3D-CAD, concluyendo que entre mejor estén desarrolladas las habilidades espaciales, mejor será el desempeño creativo. Adicional a ello, reafirma que mediante el entrenamiento adecuado es posible mejorar las habilidades espaciales. Es así como al considerar estos argumentos, los aportes de Chang (2014)

complementan la estructura conceptual de la presente investigación; no obstante es de nuestro interés relacionarla desde la perspectiva del estilo cognitivo del estudiante.

Cho (2017) en el artículo: *An investigation of design studio performance in relation to creativity, spatial ability, and visual cognitive style*, se ocupa de la identificación del papel de la creatividad, la capacidad espacial y los estilos cognitivos visuales en el desempeño de los estudiantes en los cursos de estudio de diseño considerando el género y el logro académico.

A partir de una muestra de 59 estudiantes, (24 hombres y 35 mujeres) pertenecientes a las maestrías de diseño y arquitectura del primer año, se consideraron la Habilidad espacial y el Estilo cognitivo visual los cuales se midieron utilizando las Pruebas Torrance de Pensamiento Creativo, Prueba de Rotación Mental, Prueba de Plegado de Papel, Imagery Questionnaire. Todos ellos fueron contrastados no sólo entre sí; sino también con las calificaciones finales en su curso de estudio de diseño, es decir el logro académico.

Para medir la variable estilo cognitivo visual, se utilizó el test object-spatial imagery questionnaire (OSIQ), este test es un auto reporte que consta de 30 preguntas donde las respuestas están dadas con una escala Likert de siete puntos. En cuanto a la variable creatividad, se implementó el TTCT, cuya validez y confiabilidad ya ha sido comprobada y es considerada alta.

Para determinar la habilidad espacial, se analizan tres componentes de ella, visualización espacial, rotación mental y percepción espacial, sin embargo, el autor del artículo considera que la percepción espacial no es lo suficientemente explícita como para ser medida directamente con un solo instrumento y por consiguiente, utiliza dos pruebas de capacidad espacial: Paper Folding Test para la visualización espacial y el Mental Rotation Test. Adicionalmente a estas dos pruebas de habilidad espacial, se usó la prueba de habilidad espacial arquitectónica ASAT; “The basic concept underlying the ASAT is that the

architecture domain-specific spatial ability is the ability to fluently transform 2D architecture information into 3D or vice-versa” (Cho, 2017).

Los resultados muestran que los puntajes del test TTCT indica que los estudiantes que comienzan a diseñar tienden a ser buenos en la elaboración de ideas y en pensamiento abstracto, sin embargo, no son buenos para producir respuestas inusuales, lo que implica reproducir ideas anteriores y disminuir el pensamiento divergente.

Los participantes hombres se desempeñaron significativamente mejor en las tareas de habilidad espacial, adicionalmente, los resultados muestran un efecto nulo del género en la prueba TTCT y la ASAT. Por otra parte, los resultados no encontraron relación entre el estilo cognitivo, creatividad y habilidad espacial. En la discusión de resultados el investigador muestra que estos resultados van en contravía de la literatura existente y asocia el hecho al tipo de población con la que se realizó la investigación así como la participación de otras variables que no fueron consideradas como la motivación o los procesos de pensamiento convergentes tan necesarios en el pensamiento creativo.

Varios son los aportes de esta investigación a esta propuesta, en ella se describe la habilidad espacial a partir de la visualización espacial y la rotación mental, estas características son tenidas en cuenta en el diseño del ambiente digital de aprendizaje que se plantea en esta propuesta.

Por otra parte, no se encontró relación entre el estilo cognitivo, las habilidades espaciales y la creatividad; esta propuesta tiene una dirección contraria a esta suposición, a partir de la literatura revisada es posible considerar que los procesos creativos se desarrollan en relación de los estilos cognitivos y como se ha demostrado en investigaciones anteriores (Kozhevnikov et al., 2013) las habilidades espaciales son entrenables (Martínez, Bustamante,

& Pérez, 2003) y están relacionadas con diferentes manifestaciones de la creatividad, será nuestro aporte corroborar esta hipótesis para aumentar los soportes en el tema.

El siguiente estudio: *Spatial Visualization Learning in Engineering: Traditional Methods vs. a WebBased Tool*, realizado por Pedrosa, Barbero, & Miguel (2014) compara un gestor de aprendizaje interactivo para la ingeniería gráfica especializado en desarrollar la visión espacial (ILMAGE_SV) con los métodos tradicionales. El ILMAGE_SV es una herramienta asíncrona basada en la web que permite la manipulación de objetos con un visor 3D, además de autoevaluación y evaluación continua. El objetivo principal de este estudio es establecer si la aplicación es una herramienta eficaz para el aprendizaje de la visualización espacial, definida esta última como “The ability to mentally rotate, twist, or invert pictorially presented visual stimuli” (McGee, 1979).

La población focalizada se concentró en los estudiantes de primer semestre de ingeniería gráfica de la Universidad de Burgos (España) los cuales participaron en proyecto piloto durante dos años académicos. Los estudiantes se dividieron en dos grupos: un grupo experimental que estudió con la aplicación web ILMAGE_SV (grupoE) y un grupo de control enseñado con métodos tradicionales (grupoT). El método tradicional se asume como la participación del profesor en la explicación en clase de los conceptos referidos a la temática y la realización de ejercicios prácticos de dibujo.

El estudio exigió homogeneizar los grupos y determinar qué estudiantes poseían conceptos y habilidades previas, para ello se aplicaron al iniciar el curso la prueba de aptitud diferencial -relaciones espaciales (DAT-SR) la cual midió la visualización espacial. Para establecer el cambio en el conocimiento de la habilidad de visualización espacial, se utilizó la prueba de rotaciones mentales (MRT), que mide la habilidad de rotación mental, la cual se aplicó al inicio y final del curso. Adicional a ello se aplicaron dos pruebas más, consistentes

en exámenes con el fin de determinar el alcance de los logros de aprendizaje por los estudiantes con los dos métodos (E y T) y así poder decidir cuál de ellos fue el más exitoso. El primero de ellos puso a prueba las variables de visión y la variable bosquejo; el segundo y último examen consiste en una prueba final de visión, la cual da cuenta del avance del estudiante en el desarrollo de todo el curso.

Si bien el estudio concluyó que no existen diferencias significativas entre el gestor de aprendizaje interactivo y los métodos tradicionales de enseñanza aprendizaje, si se infiere que ambos son exitosos en el desarrollo de su objetivo, es decir aumentar la capacidad de visión espacial en los estudiantes. Pedrosa et al. (2014) enfatiza que el gestor de aprendizaje resulta ser significativamente efectivo cuando es utilizado por los estudiantes con las habilidades de visualización más discretas; asegura además, que al aumentar la dificultad de los ejercicios, es posible el gestor resulte más efectivo en la población con mejores habilidades de visualización espacial.

El aporte para el actual estudio radica en que la habilidad de visualización responde al entrenamiento adecuado y que exige niveles de dificultad crecientes para que se asegure un mejor desarrollo de la misma. De igual manera el estudio corrobora que la utilización de modelos tridimensionales digitales y el uso articulado de animaciones facilita la comprensión de los procesos de rotación, redundando significativamente en las habilidades espaciales de los estudiantes.

La tesis doctoral *Creativity of Interior Design Students: Understanding the Relationship Between Cognitive Style, Personality Style, Motivational Orientation, and Creativity of Interior Design Students*, desarrollada por Hirani (2014) tiene como objetivo entender la relación entre la creatividad individual de los estudiantes de diseño de interiores y

tres influencias sobre la creatividad. a saber, el estilo cognitivo, el estilo de personalidad y la orientación motivacional de los estudiantes de diseño de interiores.

El estudio fue realizado con 51 estudiantes de diseño de interiores en tres centros de acreditación para diseñadores en Estados Unidos. Como instrumentos de recolección de información se utilizó la Encuesta de Procesamiento de Información Humana (HIPS) para la variable estilo cognitivo, los tests de pensamiento creativo de Torrance (TTCT), ¿What Kind Of A Person Are You? (WKOPAY) y Work Preference Inventory for students (WPIS) para las variables creatividad, personalidad y orientación motivacional respectivamente. El investigador reporta confiabilidad con un alpha de Crombach de $\alpha = 0.98$ para WKOPAY, $\alpha = 0.78$ para WPIS, $\alpha = 0.90$ para TTCT y $\alpha = 0.82$ para HIPS.

El análisis de datos utilizado por el autor incluyó la obtención de la estadística descriptiva, análisis de correlación, análisis de chi cuadrado con la prueba exacta de Fisher, y el análisis de regresión lineal múltiple para entender la relación entre las tres variables independientes y la creatividad de los estudiantes de diseño. El α de Cronbach se calculó para medir la fiabilidad de los instrumentos que se utilizaron. Se realizó un análisis de correlación para investigar la relación entre los estilos de personalidad y estilos cognitivos de los estudiantes de diseño de interiores. La mayoría de la muestra también prefirió un estilo de pensamiento mixto (54.9%). Se encontraron correlaciones significativas con la creatividad y entre la Orientación Motivacional Intrínseca (IMO, $r = .27$, $p < .05$), los rasgos de personalidad de Inquisitividad (I, $r = .27$, $p < .05$) y Compensación (EMO-C) Subescala de Extrinsic Motivational Orientation (EMO-C, $r = 0.23$, $p < .05$). Las relaciones se exploraron a partir de una regresión lineal múltiple. Los resultados revelaron que tres variables independientes -OMI (motivación intrínseca), I (curiosidad) y EMO-C (motivación

extrínseca) son predictores (con significancia estadística) de la creatividad individual en la muestra.

Hirani (2014) sugiere que la creatividad debe ser estudiada en el contexto de los diversos antecedentes, así como en relación con referentes empíricos. Los antecedentes incluyen la motivación, conocimiento, estilo cognitivo, personalidad, entorno (físico y social), la inteligencia, la experiencia interdisciplinaria, experiencia cultural cruzada, ideas, enfoque educativo, y las nuevas herramientas tecnológicas.

De igual manera la motivación como factor predictivo de la creatividad es un aporte importante que orienta la perspectiva de esta investigación para el diseño del ambiente digital de aprendizaje. Así mismo llama poderosamente la atención los resultados del estilo de pensamiento o cognitivo medido a través del instrumento (HIPS) el cual revela que en la muestra prevalece el estilo de naturaleza mixta o integrado, es decir, utiliza aproximaciones tanto convergentes y divergentes en la resolución de problemas.

De igual manera resalta la importancia de la motivación intrínseca en los procesos de resolución de problemas que exijan potencial creativo. De esta motivación concluye Hirani (2014), depende superar los obstáculos, dificultades y vacilaciones en la búsqueda de la solución más acertada al marco del problema; es así como la personalidad y la motivación comparten una asociación interesante, que es vital para la disciplina de diseño de interiores.

Con referencia específica a los aportes a la presente investigación se hace manifiesta la necesidad, articular y equilibrar tanto la motivación intrínseca como la extrínseca, así como considerar los procesos cognitivos y metacognitivos en la resolución de problemas que exijan potencial creativo para su resolución. Adicional a ello señala la necesidad de explorar el estilo cognitivo a través de la prueba de figuras embebidas de Witkin, Moore, Goodenough, & Cox (1975) la cual evalúa la dependencia e independencia de campo de un

individuo y que proporciona información valiosa relacionada con la forma en que el individuo utiliza el conocimiento relacionado con el dominio para resolver problemas que exijan potencial creativo.

Gutierrez, Salmeron, Martin, & Salmerón (2013) en su investigación Efectos directos e indirectos entre estilos de pensamiento, estrategias metacognitivas y creatividad en estudiantes universitarios, abordan el estudio de la relación entre estilos de pensamiento, estrategias metacognitivas y creatividad con el fin de determinar relaciones predictivas o de dependencia entre estos constructos por medio de un modelo teórico mediante modelización con ecuaciones estructurales para estudiar dichos efectos.

Los participantes fueron 197 estudiantes universitarios españoles (81.2% mujeres y 18.8% hombres) matriculados en el cuarto año de la carrera de Psicopedagogía. La edad de los estudiantes comprendía un rango entre 20 y 41 años ($M= 24.37$ y $DT = 3.38$). Los instrumentos utilizados en este estudio fueron el test de Inteligencia creativa (CREA) para obtener indicadores de creatividad, el Inventario de Estilos de Pensamiento revisado (TSI-R) con el fin de determinar los estilos de pensamiento y para medir las estrategias de aprendizaje se utilizó la escala de Estrategias de Aprendizaje (ACRA) de (Roman & Gallego, 2001).

El desarrollo del modelo teórico se planteó en cuatro etapas: a) Testeo de los modelos de medida para cada una de las escalas utilizadas (TSI-R y ACRA) junto a la evaluación de bondad de ajuste realizada a varios índices: Chi-cuadrado: valores asociados a p ; el Índice comparativo de ajuste (CFI) Índice ajustado de bondad de ajuste (AGFI); error cuadrático medio de aproximación o raíz cuadrada de la media del error de aproximación (RMSEA). b) Estimación de la fiabilidad y la varianza extraída de cada constructo con el fin de evaluar si los indicadores especificados son suficientes en la representación de los mismos. c)

Estimación del valor alfa de Cronbach para analizar la consistencia interna de las escalas. d) Evaluación del modelo estructural teórico de relaciones entre las variables presentadas.

A partir de un robusto análisis estadístico, los resultados indican un efecto directo de las estrategias metacognitivas sobre la creatividad (Gutiérrez et al., 2013). Las estrategias metacognitivas que abordan este estudio son: a) Autoconocimiento de estrategias de adquisición y codificación y recuperación; b) Automanejo de la planificación; c) Automanejo de regulación y evaluación.

En lo anterior se encuentra el mayor aporte de este estudio a esta propuesta de investigación, pues las estrategias metacognitivas hacen parte de los procesos de adquisición, codificación-almacenamiento y recuperación que a su vez componen los procesos cognitivos de procesamiento de la información. De acuerdo a (Messick, 1976), el estilo cognitivo son las preferencias que tiene un sujeto para organizar información por lo tanto, es posible asociar el estilo cognitivo con la creatividad. Es importante señalar que en esta propuesta se plantea el abordaje al constructo creatividad a partir de la variable potencial creativo.

Palmiero, Nori, Aloisi, Ferrara, & Piccardi (2015) en este estudio investigó el grado en que la creatividad visual está relacionada con los procesos cognitivos subyacentes a las imágenes mentales visuales. Las variables relacionadas con la creatividad visual fueron: "originalidad", "síntesis", "transformación" de formas pre-inventivas; "Originalidad" y "practicidad" de las invenciones; "Habilidad gráfica", "estética" y "creatividad" de Clark's Drawing Ability Test. Por otro lado, las variables relacionadas con las imágenes mentales visuales fueron: exactitud de la generación, inspección y procesos de transformación de las imágenes visuales, las medidas fueron tomadas por medio del Vividness of Visual Imagery Questionnaire VVIQ, el grado de estilo a través del Verbalizer-Visualizer Questionnaire VVQ.

La investigación incluyó a 50 estudiantes universitarios del Departamento de Ciencias de la Vida, Salud y Medio Ambiente de la Universidad de L'Aquila, Italia. El análisis de correlación reveló que todas las dimensiones de las formas, invenciones y dibujos artísticos previos a la invención se correlacionaron positivamente con la capacidad de la imagen de transformación medida por medio de la PFT, lo que significa que cuanto mayor es la capacidad de construir formas pre-inventivas, innovaciones y prácticas originales además de hacer dibujos artísticos creativos; mayor es la capacidad de manipular mentalmente formas espaciales; esto significa de acuerdo con (Palmiero et al., 2015), “only the high capability to mentally transform an image predicts dimensions of visual creativity products” (p.6). De igual manera la construcción de formas pre-inventivas basadas en transformaciones mentales y síntesis de elementos visuales, así como la interpretación de formas pre-inventivas fueron apoyadas por la capacidad de imágenes espaciales.

Se infiere entonces que la producción de objetos creativos así como la exploración de formas pre-inventivas, implica necesariamente transformaciones mentales que se asemejan a la forma en que se agrupan y modelan las formas espaciales, probablemente utilizando el razonamiento analógico para determinar el valor creativo de los objetos; concepto y principal aporte de este estudio que fundamental que articula nuestra investigación.

Los investigadores italianos Ott & Pozzi (2012) desarrollaron una investigación de corte cualitativo durante tres años; el objetivo de esta investigación fue medir el impacto de herramientas TIC en el fomento de los procesos creativos de estudiantes, para ello se utilizó un análisis de corte cualitativo a largo término. Durante tres años los investigadores obtuvieron información para completar este estudio.

El estudio fue desarrollado en un colegio de primaria con 40 estudiantes, de ellos 26 niñas, desde tercer grado de primaria hasta quinto grado de primaria, durante este tiempo los

estudiantes utilizaron 45 juegos mentales convencionales como Master Mind, Minefield, Battleship, Domino, Laberintos, etc., y una serie de juegos tipo puzle que toman menos de una hora para ser completados. La muestra se dividió en grupos de 5 o 6 para asistir a una sesión de una hora semanal, cada estudiante jugaba de manera individual y como regla general se trabajaban dos sesiones sobre el mismo aplicativo de esta manera a medida que pasaba el tiempo aumentaba el nivel de los juegos.

A partir de hojas de monitoreo, una por cada sesión y por cada estudiante, los investigadores detectaron la presencia de algún indicador que aportara valor al estudio, para ello determinaron tres categorías: cognitiva, metacognitiva, actitudinal y a partir de ellas ocho subcategorías: Generación, planeación, producción, recepción y respuesta, monitoreo, regulación y evaluación.

En este estudio se concluye que los estudiantes no mostraron, a lo largo de los años, variaciones considerables en cuanto a sus actitudes creativas, sin embargo, afirman, que la creatividad en general puede ser estimulada. En el tercer año del experimento, se encontró una tendencia general hacia el aumento de las actitudes creativas, aunque este hecho puede ser causado por otras variables, como el crecimiento o las experiencias educativas y personales, los investigadores consideran “el desarrollo de la creatividad como un proceso que puede ser apoyado, mejorado y fomentado por medios bien adecuados y bien enfocados en materia de comportamiento” Ott & Pozzi (2012), adicionalmente relacionan en incremento en los valores generales de las percepciones de creatividad con el uso de herramientas digitales, en la medida que se consideren como activadores de procesos creativos y no meramente como juegos de entrenamiento cerebral.

El aporte de esta investigación a la investigación se cimenta en el uso de herramientas digitales para fomentar o activar procesos creativos en estudiantes, que para nuestro caso se

implementará un diseño metodológico diferente que permita identificar las relaciones y variaciones en la variable potencial creativo a partir del uso de ambientes de aprendizaje -videojuego digital, en función de los estilos cognitivos y las habilidades espaciales.

Gutiérrez (2010) adelanta en su trabajo doctoral un exhaustivo barrido de los materiales didácticos y prácticos más utilizados por los docentes de la facultad de ingeniería de la universidad de Laguna para el desarrollo de habilidades espaciales en sus estudiantes; para ello estableció los siguientes criterios de búsqueda:

- Ejercicios que con más frecuencia son utilizados en la docencia de Expresión Gráfica.
- Ejercicios utilizados en cursos de entrenamiento de habilidad espacial.
- Ejercicios y explicaciones teóricas sobre contenidos de sistema diédrico tradicional.

Paralelo a ello analizó si jugar con videojuegos comerciales puede desarrollar la habilidad espacial, siempre y cuando incluyeran dentro de su dinámica de juego componentes geométricos y cuyos objetivos de resolución exigieran habilidades espaciales mentales. Las condiciones exigidas fueron estas:

- Contener formas geométricas o figuras.
- Permitir realizar operaciones de giro y movimiento de figuras.
- Las tareas espaciales propias del juego estarán relacionadas con las dos componentes de la capacidad espacial: las relaciones espaciales o la visualización espacial.
- Tener versión en las dos plataformas: PC y Nintendo DS.
- Posibilidad de utilizar el lápiz táctil sobre la plataforma de Nintendo DS

Una vez hecho esto el autor ordena, cualifica y confecciona una batería de seis estrategias de entrenamiento, cuatro de materiales didácticos y dos de herramientas informáticas totalmente prácticas basados en contenidos de ingeniería gráfica. Así mismo se diseñaron las herramientas para conseguir mediante cortos entrenamientos, desarrollar la

habilidad espacial en los sujetos de prueba así como favorecer el aprendizaje de los sistemas de representación gráfica.

Se utilizaron los instrumentos Mental Rotation Test (MRT) y el Differential Aptitude Test-Space Relations (DAT-SR), pretest-post test para medir las habilidades espaciales en la muestra; compuesta por estudiantes de primer semestre de ingeniería y arquitectura.

El autor de este estudio concluye que a partir de los análisis realizados, todas las estrategias de aprendizaje propuestas desarrollan las habilidades espaciales de los estudiantes; dotándolos así, de una mayor capacidad de visión espacial; no obstante, no todos desarrollan lo mismo ni en igual porcentaje. En cuanto a los videojuegos, independientemente de la plataforma utilizada para el entrenamiento (PC o NDS), la capacidad de visualización espacial mejora por igual en los participantes; sin embargo no se reporta aprendizaje de contenidos de relacionados con expresión gráfica.

Gutiérrez (2010) reporta que los grupos que focalizaron los contenidos de sistema diédrico mejoraron por igual las capacidades de visión espacial en hombres y en mujeres. Llama la atención que este experimento el uso de un visualizador tridimensional Diedro-3D para desarrollar la habilidad espacial.

Las herramientas y visualizadores tridimensionales basados en realidad aumentada ayudan a mejorar la capacidad espacial; de igual manera, los ejercicios de expresión gráfica tradicionales realizados en la universidad mejora los niveles de capacidad espacial de los estudiantes, sin embargo se enfatiza que sobrepasar las 10 horas de entrenamiento con este tipo de curso no supone un aumento en los niveles de capacidad espacial.

El principal aporte de esta extensa investigación, además de la sistemática y rigurosa búsqueda de los videojuegos utilizados con mayor frecuencia en el desarrollo de las habilidades espaciales en ambientes académicos; parte de la confirmación en términos de la

efectividad y eficiencia de los ambientes digitales tridimensionales, así como de las dinámicas de aprendizaje basadas en el juego en el desarrollo y promoción de estas habilidades.

En el campo del dibujo técnico Martínez et al. (2003) proponen una investigación cuyo objetivo fue elaborar una propuesta didáctica que contribuya al desarrollo de la representación de la proyección ortogonal en el dibujo técnico en ingeniería agropecuaria.

La muestra está constituida por 38 estudiantes divididos en dos grupos, un grupo control y un grupo experimental, bajo un diseño cuasiexperimental, como análisis estadístico se utilizó la prueba de dójimas de Mann – Whitney (Wilcoxon para comparación de medianas) el pretest y el Postest se realizan a partir de evaluación de logro académico. La propuesta didáctica aborda el desarrollo de la habilidad espacial de los estudiantes a partir del uso de un andamiaje construido con niveles de ayuda para los estudiantes, a medida que avanza el experimento se observa el nivel de independencia del estudiante frente al problema, de esta manera, al frecuentar en menor número las ayudas implica necesariamente un aprendizaje de las estrategias necesarias para la proyección ortogométrica y un desarrollo progresivo de la habilidad espacial (Martínez et al., 2003).

Por medio del análisis estadístico, los investigadores encontraron una diferencia significativa entre los puntajes correspondientes al logro académico del grupo experimental y el grupo control, a favor del grupo experimental, por consiguiente, consideran efectiva la propuesta didáctica aplicada, de hecho, los investigadores comentan que esta propuesta es implementada dentro del currículo de la Universidad de la Habana después de demostrar su logro científico.

En el dibujo técnico el desarrollo de las habilidades espaciales es fundamental pues permite obtener un mejor desempeño en la comprensión de las representaciones

bidimensionales y su transición a la visualización mental en tres dimensiones, esta habilidad se puede entrenar por medio de estrategias didácticas como lo demuestra esta investigación, siendo este el mayor aporte a nuestra propuesta debido a la orientación hacia el dibujo técnico.

Así mismo, Chica & Polaina (2010), desarrollaron un estudio en el cual comparan tres metodologías de enseñanza en el área de dibujo técnico: a) Tradicional, “bajo este modelo se recurre a los trazados en la pizarra, con diferentes estrategias para aplicar ayudas 3D. Las explicaciones y trazados para hallar las vistas en sistema diédrico se acompañan de otros dibujos en perspectiva caballera, con los mismos contenidos, para facilitar el estudio comparativo 2D / 3D”. (p. 152). b) Representaciones como sombras, “en el cual se pretende facilitar materializando los espacios de trabajo para hacerlos extraordinariamente perceptibles. Así, la ayuda 3D consiste en utilizar un triedro de planos abatibles que puede girar alrededor de los ejes X y Z. Dentro se pueden fijar figuras de alambre (cuerpos geométricos) cuyas sombras pueden proyectarse y dibujarse en sus planos “(p. 152). c) Representaciones como vistas, “la ayuda 3D consiste en que: los alumnos pueden ver el triedro real desde sus mesas y también pueden observar lo que se ve desde la cámara. O sea, pueden ver el objeto de estudio desde sus propios ojos y, también, desde el ojo (con “visión cilíndrica ortogonal”) de la cámara de vídeo. Por lo cual todos pueden estudiar simultánea y/o alternativamente la realidad tangible y su representación, durante las explicaciones del profesor” (p. 153).

La muestra la componen 91 alumnos de primer curso de Bellas Artes divididos en tres grupos: A con 39 estudiantes, B con 15 y C con 41 estudiantes. “Cada una de las tres técnicas explicadas anteriormente se han aplicado a tres grupos (A, B y C) distintos: Al grupo A, la técnica A: Método “tradicional”. Al grupo B, la técnica B: Modo sombras. Y al grupo C, la

técnica C: Modo vistas. El grupo A se considera el grupo control y los grupos B y C como los grupos intervenidos.”(Chica & Polaina, 2010).

El diseño de experimento contempla un pretest y postest, el cual básicamente consiste en identificar y representar gráficamente las vistas de un objeto tridimensional bajo las normas del sistema europeo. En otras palabras, miden las habilidades del estudiante para proyectar la figura en cada plano del triedro y cómo se abaten los planos de proyección. Con esta información se comparan las medidas iniciales y finales de los estudiantes en su prueba, el análisis estadístico que plantean parte de la creación de subgrupos para comparar sus promedios y a partir de ellos concluyen que los contenidos en el espacio tridimensional real a la vez que, en sus correspondientes proyecciones planas, corrobora la hipótesis formulada de que las ayudas 3D aumentan notablemente la capacidad visual de los estudiantes si las explicaciones se realizan en el espacio real y tangible (Chica & Polaina, 2010).

Sobre esta investigación consideramos relevante la hipótesis acerca de las ayudas 3D influyen en la capacidad visual o habilidad espacial de los estudiantes, será aporte de esta propuesta generar un ambiente de aprendizaje que propicie el entrenamiento de las habilidades espaciales a partir de escenarios tridimensionales.

Marco Teórico

Aspectos generales sobre la creatividad

La constante exhortación a generar posturas, productos, ideas y actitudes creativas, trascendió los escenarios artísticos o los departamentos de investigación, innovación y desarrollo del sector industrial o académico, para instalarse como una necesidad-obligación transversal en todas las dimensiones de lo que se considera humano.

La creatividad, así como la novedad y la innovación son socialmente vistas como elementos además de convenientes, necesarios en la mayoría de los estadios de la vida humana; de hecho alentarlas y valorarlas se ha convertido en una postura social correcta. No obstante, si bien es cierto que la creatividad como capacidad es innata en la especie, no es menos cierta su naturaleza polisémica, multidimensional e indeterminada en lo que tiene que ver con su definición, enseñanza y proyección (Amabile, 1996; Guilford, 1984; Sternberg, 2008; Elisondo y Donolo, 2011).

En este sentido, la sociedad contemporánea desvela una poderosa inconsistencia, dado que exige ciudadanos creativos, capaces de sortear los desafíos de la posmodernidad cada vez más complejos y singulares; pero la estructura sobre la cual están construidas las prácticas pedagógicas que articulan la escuela - que es el lugar por excelencia donde se debería estimular y alentar el potencial creativo en los estudiantes- promueven una visión resultadista e inmediatista en donde se favorecen los enfoques jerárquicos, racionales, lógicos y convergentes; esto es, en palabras de Sternberg (2003) es la misma sociedad la que promueve la conformidad intelectual, la cual suprime el potencial creativo tanto en niños mayores como en adultos.

Es así como el currículo, los contenidos, la evaluación, las didácticas, las estrategias y las metodologías responden a un modelo de escuela tradicional, el cual privilegia el abordaje

y descripción de la realidad desde lo medible y cuantificable Tobón (2002); propio de las sociedades industriales del siglo xix, caracterizadas porque en ellas, según De Zubiría (2011) “subyace una visión de hombre como ser obediente, sumiso y cumplidor; un hombre que se vinculará al trabajo para realizar infinidad de procesos rutinarios y mecánicos, profundamente homogeneizados y que no implican procesos de cognición de creación complejos” (p.42).

Ahora, si bien es cierto que las dinámicas de transformación cultural han provocado una reformulación profunda de no solo los medios de producción sino de todas las estructuras sociales, políticas, económicas y culturales de la sociedad moderna, incluidas las de carácter académico y las instituciones que de allí se derivan; aún son perceptibles los viejos principios sobre las cuales fueron fundados, es decir, el racionalismo, reduccionismo y cientificismo; que se manifiesta en la construcción de programas curriculares no articulados ni sensibles a las necesidades del contexto y mucho menos a las necesidades del estudiante Tobón (2002).

Por lo tanto, el abordaje del mundo a través de áreas del conocimiento independientes y poco articuladas cuyos principios favorecen el pensamiento lógico-matemático, indiferentes al contexto e insensibles a las motivaciones intrínsecas del estudiante; terminan estimulando la adquisición de un solo tipo de aprendizaje de modo sistemático y mecánico (Schon, 1992); inhibiendo procesos de pensamiento divergentes y creativos.

Desde esta perspectiva, es claro que el docente no es ajeno a estas dinámicas culturales, dado que los ambientes de aprendizaje y preparación que enmarcan no sólo su formación sino también el desarrollo de su praxis, están permeados por los mismos condiciones anteriormente señaladas. De ahí la importancia de asumir una postura reflexiva y crítica frente a las prácticas pedagógicas, la cual exige validar constantemente las metodologías, aproximaciones y estrategias realizadas, ya que de ellas dependerá potenciar y

desarrollar o inhibir y trivializar los procesos de pensamiento creativos de las personas que tengan a su cargo (Colom et al., 2012; Oliveira, Silva, y Cavalcante, 2015).

Por su parte, Amabile (1996); Sternberg & Lubart (1996) sostienen que la creatividad es un componente multidimensional, producto de la confluencia de varias dimensiones entre las que se cuenta el estilo cognitivo, la inteligencia, la personalidad la motivación, conocimiento y el contexto. Esto implica que la aproximación creativa que hace el sujeto a un problema está determinado por la profundidad y pertinencia del conocimiento que posea en función del campo determinado; además de la habilidad para relacionarlo con otras disciplinas y saberes en donde la flexibilidad y capacidad de abordaje holísticos son fundamentales dado que facilitan la generación de enfoques de solución ante un mismo marco del problema.

Ello exige mantener un constante estado de alerta que posibilite reconocer cual de esos abordajes y enfoques generados permite resolver el problema, lo que supone una fuerte capacidad de resiliencia al fracaso, tolerancia a la ambigüedad y una enorme curiosidad así como gusto por la experimentación y el riesgo; sugiriendo una elevada motivación intrínseca.

De igual manera, la habilidad para aproximarse al marco del problema desde una perspectiva dual es fundamental, dado que exige del sujeto la capacidad de tomar distancia de la situación problémica con el fin de realizar aproximaciones desde una perspectiva global, así como la capacidad para focalizar aspectos específicos del mismo.

En este sentido, no basta con tener un conocimiento enciclopédico sobre conceptos o teorías creativas, como tampoco es suficiente memorizar técnicas descontextualizadas de marketing creativo (De bono, brainstorming, etc) o “insertar un programa «de confección» en el currículo para convertir a los niños en pensadores más creativos, productivos y originales”

dado que, tal como lo sostiene Lowenfeld, Lambert (1980) existen pocas evidencias de que esto sea efectivo.

Así pues, es imperativo que el docente haga una apuesta verdadera en la que involucre la construcción de una posición coherente y reflexiva no sólo frente a lo que asume por creatividad, sino también con las demás capacidades humanas que la complementan, que en palabras de Preiss, Grau, Ortiz, & Bernardino (2016) implica la formación de un ambiente que promueva la creatividad.

Ambiente

El papel del contexto y el ambiente es determinante para la resolución de problemas, la generación de ideas, productos y procesos que estimulen e involucren el potencial creativo en su resolución. En otras palabras, la responsabilidad no recae exclusivamente en el sujeto. De la riqueza y diversidad, así como de la complejidad y flexibilidad de las relaciones y asociaciones que se generen entre el contexto y los elementos que lo determinan entre el individuo y el marco del problema dependerá su pertinencia, valor e impacto.

De ahí lo nocivo que puede resultar para el potencial creativo la quietud y la insensibilidad al contexto, dado que se favorecen las condiciones que fortalecen conductas que apuntan al mantenimiento del habitual sistema de respuestas, es decir, perpetúa los mismos modelos de abordaje y aproximación a unos pocos estados del contexto; dicho de otro modo, el sujeto se mantiene en una zona de confort en la que el pensamiento creativo, así como el potencial creativo no es estimulado.

Por lo tanto, de la sensibilidad al contexto y de la habilidad del sujeto en adaptar y transformar sus estrategias de abordaje, exploración, mediación y validación a las condiciones del ambiente y contexto dependerá el éxito en la aproximación creativa al problema; de hecho, tal como lo afirma Cohen (2012) “virtually all human faculties are called

into play during creative adaptation to environmental problems and opportunities. Ultimately, adaptation is one of the most important issues of relevance to the development of creativity” (p.14).

En este sentido, la dificultad radica en que la significancia, las asociaciones e interacciones generadas entre el sujeto y el contexto son subjetivas y se expresan de manera particular para cada persona. En consecuencia, de la capacidad para reconocer, explorar y valorar el saber de otras disciplinas, así como de la habilidad para encontrar y generar conexiones desde un enfoque global, dependerá que se favorezca o nó el potencial creativo en el sujeto; sin embargo, si bien es cierto son necesarias e importantes, de ningún modo son suficientes.

De hecho, la capacidad de visualización y sensibilidad al contexto al poder ser ejercitables permiten fortalecer y desarrollar hábitos de abordajes desde perspectivas globales que facilitan en principio, aproximarse al marco del problema considerando un mayor número de variables, lo cual a su vez incrementa la experiencia significativa en cuanto al objetivo en la que se concentra el área del problema. Es así como el individuo debe contar con un cúmulo de vivencias accesibles de manera consciente o inconsciente desde la memoria (Chatterjee & Coslett, 2013; Dietrich, 2004), que le permita identificar elementos importantes para la resolución del problema; así como haber estructurado estrategias de abordaje y resolución, que se dan en la medida en que lidia y acumula situaciones problemáticas o situaciones indeterminadas de múltiple solución.

En este orden de ideas la experiencia del sujeto es fundamental dado que permite confrontar el estado actual del estado del problema, con los planes que en el pasado le han sido exitosos. Las habilidades cognitivas e interpretativas del sujeto indicarán qué planes

podrían aplicarse y cuáles no; sin embargo, la aplicación de los mismo no asegura de ningún modo su resolución.

La naturaleza de los problemas no estructurados, hacen que no tengan una única respuesta válida. Es así como una mente creativa, no se conforma con la aplicación de los planes habituales o con lo que tengan muy poca probabilidad de funcionar; experimentar con otro tipo de aproximaciones que no han sido exploradas o con aquellas que normalmente no se aplicarían son características del individuo con alto potencial creativo.

De ahí que la habilidad del sujeto para identificar rutas o estrategias de solución está mediada por la experiencia y por sus propias estrategias de solución; en su ausencia, este perseveraría una y otra vez en la resolución de un problema bajo el mismo enfoque o estrategia, inhibiendo de tajo los procesos de pensamiento creativo. En este aspecto, la experiencia por sí misma no constituye la creatividad. Weisberg (1999) citado por (Dietrich, 2004).

Experiencia

En relación con la experiencia y la capacidad de elegir entre cursos alternativos de acción es claro que están determinados en parte por la percepción y vivencia en espacios tridimensionales, así como la valoración, exploración y reconocimiento de las diferentes variables del problema, de igual manera estará mediada por las propias estrategias de solución del sujeto.

La experiencia no está dada en términos de edad, sino de la capacidad de reconocimiento de patrones no evidentes ni obvios los cuales -con frecuencia- están descritos en términos de complejidad e interacción entre múltiples saberes de diferentes áreas de conocimiento. Es decir, trascender los paradigmas, las obviedades y los estereotipos dependerá de la habilidad de reconocer y explorar lo conocido, pero con el potencial para

reconfigurarlos y transformarlos en patrones nuevos, los cuales además de novedosos responden adecuadamente al marco del problema inicial; el cual por su naturaleza indeterminada son susceptibles a nuevos abordajes, síntesis y validaciones.

La experiencia supone no sólo la acumulación en memoria de información específica sobre uno o varios campos del conocimiento; sino también su fácil recuperación con el fin de adaptarlas en función del marco del problema a abordar. Por lo tanto, reclama de quien se aproxima al problema, la aplicación de estrategias que en el pasado le ayudaron a desarrollar, entender y solucionar situaciones débilmente determinadas. La complejidad de la estrategia o estrategias radica en parte de la habilidad de abordaje y reconocimiento del espacio problema. Esta habilidad en términos de Hatano y Ouro (2005), citado por (DeHaan, 2009) es conocida como experiencia adaptativa.

Por ello, es un error intentar enseñar explícitamente cómo ser creativo, ya que además de sortear las dificultades mencionadas, es claro que la experiencia per se no constituye la creatividad, así como la acumulación de saberes de diversa naturaleza tampoco asegura una trascendencia en el potencial creativo del individuo; no obstante tal como lo mencionan Mishra, Fahnoe, & Henriksen, (2013) son los ambientes de aprendizaje los que deben estar diseñados para soportar el pensamiento creativo.

El ambiente de aprendizaje no se limita a las condiciones físicas o arquitectónicas que rodean al estudiante, estas incluyen el pensum de clases, los contenidos, las estrategias metodológicas y didácticas, la actitud y motivación tanto del docente como la del estudiante y todos los demás recursos que acompañan el desarrollo de la práctica. La coherencia entre ellas y la constante invitación al desequilibrio debe ser una constante. Sin embargo, la alteración extrema de las condiciones del ambiente o exponer a estudiantes a estímulos que excedan la capacidad de resiliencia y motivación de los sujetos, generará frustración y apatía,

lo cual conducirá al desinterés y/o aburrimiento; con consecuencias contrarias a las que se propuso inicialmente.

Es claro que los procesos de pensamiento creativo están relacionados con lo que Cohen (2012), Hirani (2014), Sternberg (2006) definen como la capacidad de sobreponerse al fracaso, mantener activa la curiosidad, tolerar la ambigüedad, probar alternativas de adaptación, así como entender que la naturaleza de los problemas que exigen alto potencial creativo no necesariamente corresponden a un orden lógico, racional y científico; dicho de otra manera, poseen amplias zonas indeterminadas, caracterizadas por, según Schön (1992), singularidades, incertidumbre y conflicto de valores, es decir, los problemas están débilmente estructurados y los objetivos mal definidos.

Esto quiere decir que, dependiendo del área en cuestión, la naturaleza del problema será diferente y por lo tanto su resolución exigirá de parte del individuo otras habilidades. Para los problemas bien estructurados o bien definidos, existen métodos de aproximación o resolución que no son negociables o que se presten para otras interpretaciones, es decir, son precisos, confiables y sin ambigüedades, en los que los objetivos están plenamente identificados (Goel, 2014), caracterizándose por poseer una sola solución correcta y que con frecuencia hacen parte de las áreas del conocimiento relacionadas con las ciencias exactas, físicas y naturales, propias del currículo tradicional.

En contraposición, los problemas débilmente estructurados no son claros, es decir, son imprecisos, inarticulados, vagos y están especificados de manera incompleta; ello implica según (Goel, 2014) la reinterpretación de las reglas durante el procesos de solución; es decir, los procesos de solución no poseen protocolos inalterables, por el contrario, son sensibles a las dinámicas específicas del marco del problema; en otras palabras son modificables, flexibles y negociables.

En términos de Simon (1988) los problemas fuertemente estructurados tratan sobre cómo son las cosas, a diferencia de los débilmente estructurados que se enfocan sobre el cómo deberían ser; en consecuencia, estos últimos definen la naturaleza de amplias áreas del conocimiento como lo son el Diseño, la Arquitectura y las Artes en las que no prevalece una única respuesta. Sin embargo, las soluciones creativas a los problemas débilmente estructurados de la vida real exigen ambos enfoques. “Real-world problems (like design problems) have both, ill-structured and well-structured components” (Goel, 2014)(p.4).

Es claro que intentar resolver un problema estructurado bien definido a través de una estrategia ajena a las reglas y protocolos a la cual responde, estará condenada al fracaso; del mismo modo en que resolver problemas débilmente estructurados basados en estructuras inflexibles y verticales inhibirán el desarrollo de soluciones creativas.

Ello implica que para la resolución de un problema que exija procesos de pensamiento creativos, el individuo deberá aproximarse a través de un proceso reflexivo en el que es fundamental la habilidad de visualizar e interpretar el problema desde diferentes perspectivas y por lo tanto identificar y proyectar futuros estados en los que es vital considerar nuevas aproximaciones o rutas inexploradas para su resolución. Esto en palabras de Goel & Pirolli, (1992) no es otra cosa que una tarea cognitiva definible como una actividad de diseño, la cual es poseída por todo el mundo en cierto grado.

Motivación

En este aspecto, el papel de la motivación en la creatividad es determinante, ya que permite al sujeto persistir en la exploración, búsqueda y validación de la respuesta que mejor se adapte al marco del problema.

Para Maehr & Meyer (1997) además de definirla como un constructo teórico que explica la iniciación, dirección, intensidad, persistencia y calidad del comportamiento

orientado hacia un objetivo; identifican en ella dos clases: la intrínseca y extrínseca. La primera de ellas se puede considerar como la sinergia interna del individuo que responde a la necesidad de satisfacción y revancha personal con respecto a un reto u obstáculo; en ella existe un alto nivel de placer y satisfacción en dominar y resolver un problema determinado. La segunda está determinada por las recompensas externas al individuo, por ejemplo: premios, bonos y calificaciones.

Para Hirani (2014) es claro que la motivación de tipo endógeno en el individuo, es decir la de tipo intrínseco tiene mayor influencia y son más efectivas en el momento de resolver situaciones indeterminadas que exigen mayor potencial creativo, evidenciando la resiliencia, la determinación, la constancia y convicción; dejando en segundo plano el reconocimiento público o éxito.

Es la motivación intrínseca la que mejor se relaciona con el comportamiento creativo además de asegurar procesos de autorregulación permanentes y significativos entre el problema y las dinámicas de exploración, búsqueda, resolución y validación. En tal sentido “When students understand that they are creative agents, responsible for and capable of self-development and self-determination of their goals, their self as an agent will provide the motivation necessary for self-regulation” (Zimmerman, 1990, p.11).

Por lo tanto, los procesos de autorregulación tan necesarios en los abordajes creativos están muy relacionados con la motivación intrínseca del individuo; ya que es esta la que le impulsa a seguir en los procesos de exploración y validación de manera autónoma.

En este sentido Amabile (1985) postuló que aunque una persona pueda poseer las habilidades necesarias propias de un individuo creativo como lo son el potencial creativo, el estilo cognitivo, la personalidad y la disciplina; es claro que si no está dispuesta o motivada para ser creativo, definitivamente no participará en actividades creativas. Esto sugiere -según

la autora- una relación significativa entre la motivación y los componentes de la personalidad creativa y el estilo cognitivo; en otras palabras, nadie es creativo en contra de su voluntad.

Desde la perspectiva de la motivación extrínseca los riesgos pueden ser enormes, dado que, según Hennessey & Amabile (2010) esta no solo se limita a las recompensas externas o esperadas, sino también a las restricciones que emergen a partir de las evaluaciones, la vigilancia, la competencia y la elección restringida; las cuales minan la motivación intrínseca y la creatividad.

Esto significa que la búsqueda creativa de la solución puede ser distorsionada y trastocarse por una resultadista y pragmática; presionando a favor de la respuesta que asegure la consecución del estímulo, y no necesariamente la solución más creativa al marco del problema, lo que conlleva a soluciones que no se aventuran ni se arriesgan más allá de los límites conocidos; normalmente estas encajan dentro del paradigma conceptual, el estereotipo y el movimiento o tendencia en boga; en clara desventaja en lo que se refiere a la creatividad, libertad de criterio e independencia de pensamiento.

Todo ello supone que el ambiente social puede influenciar perceptiblemente la motivación de un individuo para hacer una actividad que involucren procesos de pensamiento creativos (Hennessey & Amabile, 2010). Por ello se recalca el rol del entorno familiar así como el del docente en el aula el cual a partir de su actitud, percepción y definición de lo que considera creativo, puede estimular o inhibir los procesos creativos de sus dirigidos. En este sentido mostrar apoyo para las acciones o decisiones de la persona, proporcionar retroalimentación constructiva sobre el trabajo y reconocer el buen desempeño facilitan el fluir creativo. De ahí el cuidado que se debe tener en la escuela tradicional cuando se persigue exclusivamente el resultado ignorando las pulsiones, necesidades y particularidades

del estudiante; es decir, focalizando la práctica educativa en la enseñanza y no en el aprendizaje del individuo.

Juego & Videojuego

Aquí radica la importancia del juego y su estrecha relación con la creatividad; de hecho, el desarrollo de las habilidades cognitivas y sociales están dadas alrededor de escenarios, actividades y situaciones que involucran el juego como práctica central, la cual permite el reconocimiento y aprendizaje de otras más complejas como el pensamiento creativo e innovador; es así como para Russo (2013) citando a Bodrova & Leong (2005) el juego está ligado al crecimiento de la autorregulación, la memoria, el lenguaje oral, el aumento de las habilidades de alfabetización, el reconocimiento de símbolos y otras áreas del aprendizaje académico. En tal sentido Vygotski et al. (1996) encontraba en el juego el mecanismo por excelencia de adaptación al contexto cultural del individuo en el que está inmerso, con el que además se promueve el crecimiento cognitivo.

Durante el juego, según Paley (2009) los niños planean, toman decisiones, conversan y dirimen diferencias; además de practicar habilidades físicas, cognitivas y sociales. Adicional a ello, aprenden a regular el comportamiento y a experimentar con soluciones alternativas a los problemas, así como entrenar la capacidad de ver las cosas desde el punto de vista de otra persona.

Esto quiere decir que el juego es un acto creador, en el que se propende seguir reglas establecidas, pero también ofrece las condiciones para negociarlas y cambiarlas. Es el juego el ambiente propicio para proyectar, construir, simular y asumir roles, actitudes, riesgos y posiciones que normalmente no se consideran; los cuales son adaptados e incorporados a las estructuras mentales del sujeto dado un contexto. Todas ellas características y habilidades necesarias en el pensamiento creativo. Por su parte Gordon (1963) sugiere que no todo el

juego es de naturaleza creativa, pero que todo proceso de creación contiene en mayor o menor proporción algo de juego.

Escribano (2013) define al videojuego como la evolución digital del juego que, tal como sucedió en la transición del dibujo análogo al dibujo digital tridimensional, responde a no solo al avance de las ciencias de la información y computación sino también a las dinámicas económicas, tecnológicas y culturales del contexto que la escuela ha intentado incluir en sus prácticas.

La premisa de los videojuegos es aprender, memorizar, colaborar, explorar o conseguir información suplementaria para avanzar en búsqueda de uno o varios objetivos Felicia (2009). Para lograrlo, el videojuego ofrece experiencias a partir de la administración y articulación de múltiples recursos que van desde el uso de estímulos visuales, auditivos, táctiles, hasta complejas y elaboradas estrategias conceptuales y cognitivas en las que para avanzar en la dinámica de juego es necesario desarrollar destrezas y capacidades sociales, espaciales, motoras, interpretativas o de inferencia, así como tácticas en las que es son imprescindibles procesos de pensamiento creativo.

Para Green & Kaufman (2015) el éxito o el fracaso de un videojuego está íntimamente ligado a su capacidad de involucrar a los jugadores para lo que está diseñado; es decir, la experiencia de juego debe animar a los usuarios a tomar riesgos, explorar y probar cosas nuevas; así como proporcionar metas que sean significativas para ellos, proveer incentivos para que los jugadores perseveren después de múltiples fallas y hacer del triunfo una experiencia cuando logran el éxito.

El videojuego se caracteriza por captar y mantener la atención del jugador de manera sostenida y creciente a través de la articulación de múltiples recursos y estrategias con las cuales cautivan y estimulan diferentes emociones como la alegría, la empatía, el enfado, la

frustración o el triunfo cuya combinación, enfatiza Felicia (2009), hace que los jugadores se mantengan inmersos en el juego.

En este sentido, los videojuegos puede promover la capacidad de reevaluar de forma flexible y eficiente experiencias emocionales, enseñando a los jugadores los beneficios de lidiar con la frustración y la ansiedad de manera adaptable (Green & Kaufman, 2015). Es decir, permiten al usuario aprender por medio del ensayo-error y la equivocación, en torno a fuertes tramas motivacionales y conceptuales donde la frustración generada se encausa para continuar en la resolución de los problemas que la dinámica argumental del juego.

Fracasar no es algo malo en los juegos como lo es en la educación tradicional. De hecho, el fracaso es una manera de obtener retroalimentación sobre el progreso. En este sentido, Green & Kaufman (2015) afirman que los videojuegos están diseñados para asegurar que el movimiento obvio es el incorrecto. Esto es la capacidad de anticipar lo imprevisto que lleva al éxito en los videojuegos. En pocas palabras, los videojuegos fomentan la creatividad.

No obstante los mismos autores citando a Jackson et al. (2012) observaron que a pesar de existir una relación entre los videojuegos y la creatividad, esta no puede generalizarse y hacerse extensiva para todo los tipos de videojuego dado que dependiendo de la naturaleza de los mismos, los resultados varían.

Kozhevnikov et al. (2013) sugiere que es posible afectar el potencial creativo a través del entrenamiento adecuado de las habilidades espaciales de los individuos, las cuales son sensibles a algunas didácticas aplicadas en el aprendizaje del dibujo técnico (Ott & Pozzi, 2012) en las que son utilizados medios digitales en la transición de representaciones bidimensionales a tridimensionales (Chang et al.,2016; Chica & Polaina, 2010)

En este sentido, para (Villa Sicilia, 2016) los resultados parecen indicar que jugar videojuegos desarrolla las Habilidades espaciales. Varios estudios han demostrado que

desarrolla la rotación mental (De Lisi & Wolford, 2002; Feng, Spence, & Pratt, 2007; Terlecki & Newcombe, 2005), la atención visual (Green & Bavelier, 2003), la habilidad en plegado mental (Dorval & Pépin, 1986). Esto quiere decir que el videojuego es el ambiente digital propicio en el que a partir de la exploración, búsqueda, simulación y validación de experiencias tridimensionales, dado una situación problemática; facilita el entrenamiento de las habilidades espaciales del sujeto las cuales a su vez modifican el potencial creativo del mismo.

De ahí la importancia del videojuego, que gracias a su enorme capacidad mediadora y globalizadora de contenidos, embebidos en escenarios tridimensionales y articulados a través de elaboradas estrategias conceptuales y narrativas, se convierten en poderosos ambientes digitales de aprendizaje; los cuales valiéndose de las capacidades de visualización, orientación y relaciones espaciales de los individuos así como de los cambios en los estados de memoria y experiencia del sujeto los cuales son organizados y adaptados según su estilo cognitivo; facilitan complejas operaciones mentales, favoreciendo la flexibilidad cognitiva y de pensamiento.

Estilo Cognitivo

La satisfacción claramente obedece a dinámicas internas propias del individuo que están estrechamente relacionadas con la experiencia del sujeto así como con otras dimensiones de orden psicológico y emocional, lo cual le confiere en alto grado de subjetividad; sin embargo, esta no deja de estar relacionada con la forma en que el individuo no solo descubre o percibe los eventos y cosas que suceden a su alrededor sino también como los registra, ordena, almacena y transforma; en atención a lo cual responde, relaciona e interactúa con el ambiente; dicho de otra manera, es un reflejo de la forma en que procesa la información que está fuertemente asociada la personalidad y la experiencia de vida. Esto es

en otras palabras: el estilo cognitivo. En su forma más pura, el estilo cognitivo puede definirse como: “Cognitive style is defined as “consistent individual differences in preferred ways of organizing information” (Messick, 1976).

Para Witkin et al. (1975), citado por Martínez (2005) el estilo cognitivo trasciende la esfera de lo cognitivo para incluir dimensiones transversales en el sujeto y que son de carácter individual y de naturaleza bipolar, es decir, cada dimensión posee dos extremos en el que uno primará sobre el otro. Hederich & Camargo (2001) resumen así la tipología de las dimensiones,

- Dimensión impulsividad/reflexividad.
- Dimensión divergencia/convergencia.
- Dimensión holismo/serialismo.
- Dimensión adaptación/innovación.
- Dimensión visualización/verbalización.
- Dimensión centración/barrido.
- Dimensión concentración/abstracción.
- Dimensión de independencia del medio/sensibilidad al medio.

Para estos autores, la polaridad que mejor se adapta y mayor repercusión tiene en los procesos de enseñanza aprendizaje es la de independencia del medio / sensibilidad al medio, la cual se encuentra mejor integrada al funcionamiento psicológico del individuo y posee un amplio soporte conceptual e investigativo.

Independencia de campo o independencia del medio como Hederich prefiere definirlo, está caracterizado por tener tendencia al procesamiento analítico y amplia independencia de factores contextuales; su confianza es de naturaleza endógena y su motivación intrínseca. Los sujetos dependientes de campo o de sensibilidad al medio, poseen

un tipo de procesamiento global, con preferencia a tomar la información tal como les llega y están muy influenciados por el contexto. (López, Hederich, & Camargo, 2011).

Otra característica central del estilo cognitivo además de su estabilidad, consistencia y permanencia en los individuos, es su comprobada interacción entre las características individuales del sujeto como lo es la personalidad e inteligencia y factores externos a largo plazo como la educación, las normas culturales y sociales (Kozhevnikov et al., 2013). Por último, pero no menos importante es su neutralidad en términos valorativos; es decir, un estilo no es mejor que el otro dado que, como lo explica Hederich & Camargo (2001) son simplemente formas distintas de integrar perceptualmente los estímulos y fenómenos particulares. Esto significa que no representan una medida de desempeño.

La relación entre el estilo cognitivo y el logro académico está bien documentada. Los diferentes estudios realizados en múltiples países coinciden en que existe una relación significativa entre el estilo cognitivo del sujeto y el logro académico; el cual es asumido como el desempeño en el aprendizaje de contenidos y competencias específicas relacionadas con dominios del conocimiento abordados en el desarrollo de la práctica escolar, los cuales corresponden a las asignaturas fundamentales correspondientes al pensum académico tradicional.

En este aspecto, las investigaciones llevadas a cabo concuerdan en que la población con independencia de campo presenta mejores resultados en torno al desarrollo del logro académico respecto a los sensibles del medio. A nivel local, los resultados no se apartan de la tendencia internacional; en este sentido Martínez (2005) reconoce en el contexto cultural una importante causal para que el logro académico sea favorable a los que posean el estilo cognitivo independiente.

Entre otros aspectos, Martínez enfatiza en el modelo educativo, el cual favorece el aprendizaje en términos de unidades desconectadas e independientes, en el que se favorece la memoria, el trabajo independiente y la adquisición de habilidades y contenidos que poco se conectan con otras áreas del conocimiento. Desde esta perspectiva, las coincidencias entre el estilo cognitivo independiente y las dinámicas de solución a problemas con alto contenido lógico matemático son predecibles, tal como lo menciona Martínez (2005) dado que están enmarcados dentro de los procesos de pensamiento convergente. Sin embargo aún es tema de estudio la relación entre el potencial creativo y la resolución de problemas débilmente estructurados con el estilo cognitivo de los sujetos.

Flexibilidad

La flexibilidad de pensamiento es el componente fundamental para el abordaje creativo de situaciones problemáticas. Se basa en la capacidad del individuo para abordar una situación problemática desde diferentes ángulos; muy relacionada con la capacidad de cambio y adaptación, en la que se asumen multiplicidad estrategias de abordaje y exploración, así como de solución; es decir, sensible a las características de contexto del problema.

El individuo que insista de manera sostenida y mecánica en un abordaje que no le es productivo sin considerar la naturaleza cambiante del problema no se le puede llamar flexible o creativo. Al respecto afirma Dietrich (2004) “Perseveration is perhaps most indicative of a lack of cognitive flexibility and ability to think abstractly” (p.1014). De hecho, es la flexibilidad el principal concepto transversal que es común a cualquier teoría o definición de creatividad.

En términos de Leung et al. (2012) la flexibilidad se refiere a la medida en que las ideas difieren entre sí o entre múltiples categorías; relacionándose de manera muy cercana

con el pensamiento divergente dado que las ideas generadas abarcan múltiples categorías conceptuales, disciplinas o campos de investigación.

Sin embargo, la flexibilidad como tal, no es sinónimo de creatividad; así como tampoco el pensamiento divergente no es una medida adecuada de la creatividad. En tal sentido, DeHaan, (2009) asegura que el proceso de pensamiento creativo requiere una compleja combinación de elementos que incluyen la flexibilidad cognitiva, control de la memoria, el control inhibitorio, y el pensamiento analógico, permitiendo que la mente se libere y genere analogías, así como enfocar y ensayar.

Esto exige del sujeto que vaya más allá de la respuesta y propenda por la generación de nuevos conocimientos en virtud de una nueva respuesta o aproximación. Para ello es vital que el individuo ordene y reconfigure constantemente la información generando nuevas conexiones, y que necesariamente posea una intención, es decir, comprometerse en la búsqueda de una respuesta en una dirección diferente a la habitual; lo que implica una continuidad de pensamiento y rigurosos procesos de validación.

Estas dinámicas de validación, así como los controles inhibitorios y los procesos de comparación a los que hace referencia DeHaan están asociados a estructuras de pensamiento lógico deductivas -muy cercanas a la inteligencia- y que normalmente apuntan a la búsqueda de la mejor única respuesta (Chatterjee & Coslett, 2013).

Según Jaarsveld et al. (2013) la integración entre los procesos de pensamiento divergente y convergente para llegar a una formulación de calidad es definida como una característica del razonamiento creativo.

Cross (2006) confirma que múltiples investigaciones en neurociencia han demostrado que el hemisferio izquierdo del cerebro controla funciones del habla y del razonamiento verbal que normalmente se asocian con el pensamiento lógico convergente; en contrapartida,

el hemisferio derecho se destaca en la percepción emocional y estética, la intuición, en el reconocimiento de rostros y objetos así como en tareas de construcción viso-espacial; estos últimos asociados al pensamiento divergente.

De igual forma, desde los estudios neuronales se coincide en que, dado que la creatividad a menudo se basa en nuevas conexiones, esto podría requerir comunicación intra e interhemisférica entre varios sistemas cerebrales. De ahí que los trabajos científicos o artísticos creativos requieren habilidades y conocimientos que se sabe, subyacen en ambos hemisferios cerebrales (Chatterjee & Coslett, 2013).

Esto quiere decir que el pensamiento creativo es de naturaleza multidimensional, el cual exige la participación del pensamiento divergente en la generación de ideas y alternativas de solución, así como la estructura y análisis del pensamiento convergente el cual busca su validación y contraste. Es decir, en palabras de Runco (2007) “la creatividad, aunque sea un constructo separado del de la inteligencia, reclama habilidades cognitivas interrelacionadas y cierta base cognitiva para su funcionamiento en una relación no lineal.”

Dicho de otro modo, tanto las habilidades de pensamiento divergente como las de pensamiento convergente son necesarias en el proceso creativo. Goel (2014) explicita el mismo concepto, pero lo relaciona con el diseño; para este último, si bien los procesos de pensamiento divergente son fundamentales en el diseño, estos no son suficientes y exigen el pensamiento convergente. “While divergent thinking (or making connections between widely dispersed concepts) is critical for design, it is not sufficient. Design also requires convergent thinking” (Goel, 2014)(p.5).

Boceto y Dibujo Técnico

En el diseño, es habitual el uso del boceto como herramienta clave en la estructuración del problema el cual apunta a la exploración y validación de la solución Cross,

(2006); de hecho, para Goel & Pirolli, (1992) los bocetos son sistemas de símbolos los cuales inicialmente ayudan a las transformaciones laterales o divergentes ampliando el espacio del problema para después facilitar procesos de inferencia y validación lo que él define como transformaciones verticales o convergentes.

Para Cross (2006) los bocetos son conceptos que se plasman para ser criticados, no admirados y hacen parte de la actividad de descubrimiento y exploración, propia de la actividad de diseño; de igual manera, dado que los problemas en diseño están débilmente definidos y estructurados, los bocetos ayudan a la estructuración del problema a través de los intentos de solución, así como permiten manejar diferentes niveles de abstracción simultáneamente.

Los bocetos como los dibujos parten como un intento por aproximarse, representar y describir no solo la realidad perceptual del sujeto que se presenta en forma de un ambiente espacial tridimensional sino también los estados previos, actuales o posteriores del marco inicial del problema en el que se sintetizan, entre otros, posibles soluciones creativas.

Ello implica un enorme caudal de información lo cual exige para la resolución de una situación problémica que el cerebro, es decir el individuo, trabaje de manera consciente e inconsciente en la generación de estados futuros y virtuales a partir del contexto del problema y la experiencia acumulada en la resolución de situaciones similares.

Por lo tanto, es fundamental que el sujeto deba tener desarrollada la habilidad de observar y reconocer patrones entre diferentes tipos y naturaleza de información, así como la pericia para relacionarlas y decantarlas en el marco del problema específico; para así identificar y validar los que se considere como nuevas aproximaciones o rutas inexploradas para su resolución.

En consecuencia, la búsqueda de la mejor respuesta o solución está dada en términos de coordinar, asociar y transformar información recogida del entorno y su experiencia, permitiendo así generar modelos mentales virtuales tridimensionales de hechos o situaciones no presentes para así validarlos dadas las condiciones del marco del problema. Esto implica en palabras de Vázquez, Noriega, & García (2013) desarrollar habilidades específicas como la capacidad de representar, generar, recordar y transformar información simbólica no lingüística con el fin de extraer información relevante sobre los objetos y espacios tridimensionales.

En el currículo, el pensamiento espacial se desarrolla desde varios espacios académicos; entre ellos sobresalen el área de matemáticas a partir de la geometría, la asignatura de artes desde el dibujo (expresión artística) y en lo técnico a partir del área de Dibujo Técnico; estas última en particular se encargan de representar en un plano las formas del espacio, es decir, pasar de las tres dimensiones físicas del espacio -en el cual perceptivamente estamos acostumbrados-, a las del plano bidimensional.

Específicamente el Dibujo Técnico se concentra en la representación dados unos sistemas de símbolos, códigos, normas, acuerdos, convenciones y sistemas, que lo hacen universal; independiente del idioma o país; condensándose en lo que claramente se puede definir como un lenguaje visual.

Para autores como Rojas et al, (2011) el dibujo técnico concretamente atiende la ejecución práctica del sistema diédrico de representación de la geometría descriptiva, que satisface la condición de reversibilidad, que no es otra cosa que convertir la percepción de la realidad tridimensional sobre un plano bidimensional basado en líneas y símbolos de representación; los cuales a su vez permiten la representación tridimensional del mismo.

Como lenguaje, el dibujo técnico se gestó en la era industrial de los siglos xviii y xix, periodo en el cual se desarrollaron los métodos de representación y descripción de los objetos manufacturados, así como los protocolos de patentes; los cuales fueron pensados para su descripción y comprensión bidimensional con miras a su posterior fabricación, armado, mantenimiento y reparación. Para la época, esto fue una total innovación ya que se logró representar la realidad tridimensional a través de un lenguaje basado en líneas y símbolos exigiendo la creación y normalización de sistemas, procedimientos y técnicas que dieran cuenta de no solo la representación, sino también de la enseñanza y adiestramiento de los mismos.

Con el avance en las ciencias de la información y computación, los procesos de representación, diseño, cálculo y fabricación de todas las áreas del sector industrial han estado adaptándose y transformándose a las nuevas tecnologías; del mismo modo en que la escuela ha intentado incluirlos en sus prácticas. El Dibujo Técnico como disciplina no ha estado ajena a esta dinámica. Es así como desde hace más de 30 años los sistemas CAD y CAM han permeado los currículos de las instituciones de carácter técnico.

Esta transición no ha estado libre de dificultades; Inicialmente se optó por la digitalización de los procesos de dibujo y representación gráfica, sin embargo después de evidenciar que la inclusión del software CAD desvirtuaba el objetivo principal de la disciplina al priorizar el dominio técnico e instrumental de la herramienta, sobre los conceptos y competencias propios de la asignatura; tal como lo revela el estudio de Pérez, Cepón, & Luis (2005), se optó por reorientar las estrategias y didácticas de aprendizaje en términos de generar procesos paralelos entre los contenidos de la asignatura y el aprendizaje de la herramienta digital.

El paradigma del dibujo digital cimentado en la representación e interpretación bidimensional se transformó en un escenario tridimensional en el que es posible visualizar en tiempo real no solo las características del objeto modelado, sino también las múltiples interacciones de orden físico, mecánico, estético y de diseño concurrentes; en otras palabras permite simular y controlar la complejidad del ambiente que rodea la situación problemática; facilitando abordajes flexibles y proyectivos, adaptándolas según las necesidades y favoreciendo alternativas de solución con alto potencial creativo.

Esto no quiere decir que las competencias dirigidas al desarrollo de habilidades en geometría descriptiva y teoría de proyección no se necesiten o deban ser eliminadas del currículo, de hecho, son indispensables para la estructuración y articulación conceptual del individuo, que aunadas al modelado tridimensional facilita los procesos de pensamiento, visualización, descripción, análisis, interpretación, proyección, articulación, fabricación, retroalimentación y evaluación potenciando aproximaciones de orden creativo y su validación.

Esto quiero decir que el dibujo técnico como disciplina trasciende la representación -bidimensional o tridimensional- dado que su aprendizaje exige complejos procesos mentales de abstracción y síntesis los cuales requieren constante entrenamiento e implican complejas operaciones mentales y espaciales (Villa Sicilia, 2016); las cuales los estudiantes no pueden tener, pero son capaces de desarrollar a través de una instrucción apropiada (Cohen, 2003).

Es claro que estos procesos de conversión representación y aprendizaje exigen complejos procesos mentales que para Gentner (2010); Gentner, Goldin, & Goldin-Meadow (2003) pueden catalogarse como hazañas cognitivas, dado que además de ser exclusivas de la especie humana, exigen la participación de las habilidades espaciales y el razonamiento

espacial que a su vez están comprometidas en la promoción de otras habilidades cognitivas. (Scott et al., 2015)

En este sentido, estos últimos autores informan que the National Research Council (2006) reportó “that spatial thinking provided a means of representing a problem abstractly which could then be reasoned about and solved through mental manipulation: a skill that is necessary for problem solving in science and mathematics” (p. 2). Es así como esta disciplina en palabras de Cingualbres, Rondón, Millán, & Boza (2003)

...desarrolla la capacidad de crear modelos de información frecuentemente incompleta e imprecisa, permite a partir de la síntesis creativa, lograr en el proceso mental, la posibilidad de elaborar y acomodar alternativas gráficas para la solución de un problema, sobre todo en los procesos de diseño. (p. 20)

El autor enfatiza la incidencia en el desarrollo de la creatividad del estudiante promoviendo procesos conceptuales del pensamiento no verbal que requieren por lo menos de un fragmento mental gráfico del objeto, para que puedan ser activados en cualquier momento; además de los aportes al pensamiento lógico y convergente.

Habilidades Espaciales

El pensamiento espacial está ligado a las habilidades espaciales; las cuales son consideradas como una forma de actividad mental que permite a los individuos crear imágenes espaciales y manipularlas en la solución de diversos problemas prácticos y teóricos (Hegarty & Waller, 2005; Kozhevnikov et al., 2007). Esto exige que el sujeto genere modelos mentales virtuales tridimensionales a partir de la información recogida del entorno la cual es asociada a su experiencia y que constantemente es validada en términos de la solución del problema práctico o teórico.

Es claro que las habilidades espaciales exigen un conjunto de procesos y habilidades de carácter mental y cognitivo que actúan como una herramienta viable en la resolución de problemas y permiten ir más allá de la información inicial; adicional a ello, si bien no están completamente desarrolladas en los individuos, si son sensibles al entrenamiento adecuado y por lo tanto pueden ser fortalecidas. De ahí que los altos niveles de capacidad espacial han sido frecuentemente vinculados a la creatividad, no sólo en las artes, sino también en ciencia y matemáticas (Shepard, 1978; West, 1991) citado por Lohman (1996).

Para Cho, (2017) citando a Hegarty & Waller (2005) la habilidad espacial no es un solo constructo, sino que está compuesta de varias habilidades algo separadas, con funciones y características específicas; no obstante para esta investigación las habilidades espaciales se considerarán desde el enfoque de Lohman quien reconoce la existencia de tres grandes factores: la visualización espacial (Vz), la orientación espacial (SO) y las relaciones espaciales (SR).

La visualización espacial (Vz) es entendida por Lohman (1988) como la capacidad de comprender los movimientos imaginarios en un espacio tridimensional o la capacidad de manipular objetos en la imaginación. La orientación espacial (SO) se define como la capacidad de los sujetos para permanecer sin confusión por las orientaciones cambiantes en las que una configuración espacial puede ser presentada. La conciencia de si un objeto está a la derecha o a la izquierda, mayor o menor, o más cerca o más lejos que otra es la naturaleza esencial de este factor. Por último, Lohman define las relaciones espaciales (SR) como la capacidad de rotar un objeto tridimensional mentalmente en el que el marco de referencia entre el observador y el ambiente permanece estable, pero el objeto se mueve.

Chang (2014) citando a Guzel & Sener (2009), Höffler (2010), Höffler & Leutner (2011) señala que la habilidad espacial es un conjunto de habilidades cognitivas con la

capacidad de establecer y preservar representaciones internas de imágenes externas y de realizar operaciones, asociaciones e inferencias mentales entre ellas. Elementos todos reconocibles, no solo en las competencias y habilidades que propende la formación en el dibujo técnico tradicional o por medio de los sistemas CAD, así como en los procesos de resolución de problemas que involucre el pensamiento creativo; convirtiéndolo en un escenario apropiado para investigar sobre los factores que están relacionados con el potencial creativo.

En definitiva, resolver un problema es un acto creativo, este proceso contiene los elementos que caracterizan a un proceso creador: reconocimiento de la existencia de un problema, definición del problema y formulación de una estrategia o representación mental para su solución (Romo, 2016), por lo tanto, los problemas que se abordan desde el pensamiento espacial pueden ser utilizados para generar productos creativos, es decir soluciones.

Por consiguiente, es interés de esta investigación establecer las relaciones y diferencias entre estilo cognitivo dependiente-intermedio-independiente, habilidades espaciales, logro de aprendizaje y potencial creativo a partir de la interacción con el ambiente de aprendizaje "ROBOT IN TROUBLES" , en la población focalizada a partir de un diseño factorial.

Se espera que a partir de una estrategia conceptual y narrativa soportada en el videojuego embebido en un espacio tridimensional y basado en la resolución de problemas débilmente estructurados; propicie el uso de las habilidades espaciales en la resolución del mismo favoreciendo así la flexibilidad cognitiva y el potencial creativo en los estudiantes.

Se enfatiza que los procesos de pensamiento creativos no tiene un orden o estructura y que estos se producen de manera no estructurada en el cerebro del diseñador, estudiante o

aprendiz, por ello, el modelado tridimensional como lenguaje de representación, comunicación y escenario de exploración y validación; estimula ese constante fluir entre las múltiples variables del problema así como la experiencia, intuiciones o estrategias de solución de quien se aproxima a una respuesta dado un marco del problema o necesidad. En otras palabras, el ambiente de aprendizaje se adapta mejor a las condiciones y dinámicas de pensamiento del estudiante cuando éste aborda una necesidad problema.

CAPÍTULO TRES: METODOLOGÍA

Enfoque metodológico

Para alcanzar los objetivos propuestos y validar o refutar los planteamientos sugeridos por las hipótesis, se considera pertinente utilizar un enfoque cuantitativo - experimental en esta investigación. Se propone un análisis correlacional para determinar la existencia de relaciones entre las variables de interés y en el caso de que existan, describir esa relación a la luz del marco teórico desarrollado en esta investigación. Acerca de los estudios correlacionales Hernández & Fernández (2006) afirman lo siguiente: “... este tipo de estudios tienen como propósito medir el grado de relación que exista entre dos o más conceptos o variables (en un contexto en particular) ...” (p. 80) y agrega “la literatura nos puede desvelar la existencia de una o varias relaciones entre conceptos y variables. En estas situaciones la investigación se iniciará como correlacional” (p. 87).

Es de particular interés describir la posible relación entre potencial creativo, habilidades espaciales y estilo cognitivo mediados por el ambiente de aprendizaje ROBOT IN TROUBLES, diseñado a partir la dinámica y narrativa de un videojuego con el propósito de entrenar las habilidades espaciales y estimular el potencial creativo a través de la solución de problemas débilmente estructurados en espacios tridimensionales. Para desarrollar esta investigación, se han establecido las siguientes variables:

Variables independientes:

El ambiente de aprendizaje ROBOT IN TROUBLES en sus dos versiones 1º persona y 3º persona es considerado como variable independiente.

Variable dependiente:

Para este estudio las variables dependientes incluyen:

- Potencial creativo: (la originalidad, la fluidez, la elaboración y la flexibilidad).
- Habilidades Espaciales: (visualización espacial y rotación espacial).
- Logro de aprendizaje.

Este último se obtiene a partir de la interacción del sujeto con el ambiente de aprendizaje ROBOT IN TROUBLES y se entiende como la superación de los diferentes niveles que propone el ambiente.

Variables asociadas:

La presente investigación diferencia los tipos de estilo cognitivo: Dependiente de campo (DC), Intermedio (I) y por último Independiente de campo (IC), considerado como variable asociada; sin embargo, es claro que dada su naturaleza, se trata como variable independiente.

Diseño de investigación

En este estudio se han establecido dos variables independientes: el estilo cognitivo con tres niveles: DC, I y IC; y el ambiente de aprendizaje con dos niveles (1° y 3° persona), de la misma forma, dos variables dependientes, el potencial creativo medido a partir de cuatro elementos: flexibilidad, originalidad, elaboración y fluidez y las habilidades espaciales con dos niveles visualización y rotación. La posible interacción entre las dos variables independientes genera seis grupos con diferentes niveles de tratamiento. (Ver Tabla 1.)

A partir de la estimación de los terciles en los resultados del test de figuras enmascaradas EFT, el cual define los estilos cognitivos en la población, se realiza la selección y distribución aleatoria de los sujetos en los diferentes grupos de experimentación.

Tabla 1.

Diseño de Investigación.

Variables Independientes	1° Persona	3° Persona
Dependiente de campo (DC)	Grupo 0	Grupo 1
Intermedio (I)	Grupo 2	Grupo 3
Independiente de campo (IC)	Grupo 4	Grupo 5

Fuente: Autoría propia.

Es por ello que esta investigación utiliza un diseño factorial inter – sujetos 3x2 y se enmarca dentro del paradigma experimental. Esto se puede afirmar por las siguientes razones:

a) los participantes fueron asignados aleatoriamente. b) los participantes son diferentes en cada grupo experimental. c) Existen dos variables independientes que posiblemente interactúan en las variables dependientes. d) Existen seis grupos experimentales.

Población y selección de muestras.

Para el desarrollo de esta investigación se solicitó la participación de dos instituciones educativas reconocidas por el Ministerio de Educación Nacional y las Secretarías de Educación Departamental y Distrital, cuyos programas académicos estuvieran aprobados por las mismas. (Ver Anexo A.)

Dos instituciones educativas de carácter técnico y con formación acreditada en el desarrollo de competencias en el área de Dibujo Técnico fueron utilizadas como sitios de investigación. Se pidió a los estudiantes del ciclo de Media Técnica en los grados de décimo y undécimo de los dos sitios de investigación que participaran voluntariamente en este estudio. (Ver Anexo B.)

Delimitación de la población.

Esta investigación se lleva a cabo con la participación de 217 jóvenes (87 de ellos mujeres) entre los 14 y 18 años pertenecientes a las instituciones: I.E.D. Pompilio Martínez ubicado en el municipio de Cajicá departamento de Cundinamarca de carácter público y el I.T.I. Centro Don Bosco ubicado en la ciudad de Bogotá de carácter privado.

Procedimientos para los participantes.

La aplicación de los instrumentos tuvo dos momentos principales posteriores a la aprobación y autorización de parte de padres de familia y directivas de las instituciones que hacen parte en el estudio. El primero consistió en aplicar los instrumentos psicométricos en el tiempo regular de clase dentro de las instituciones focalizadas. Se pidió a los participantes completar cuatro cuestionarios - para identificar su estilo cognitivo EFT, potencial creativo TTCT, habilidad espacial MRT y PSVT-VR. Los cuestionarios se administraron en un lapso de dos semanas. El tiempo medio necesario para completar cada cuestionario fue aproximadamente de 30 a 50 minutos. (Ver Tabla 2.)

El segundo momento inicia con la aplicación del disruptor o ambiente de aprendizaje ROBOT IN TROUBLES, el cual fue diseñado y desarrollado para ser utilizado online dentro o fuera de las instituciones focalizadas.

Para administrar y controlar la interacción de los participantes en la investigación, se generó un *username* y *password* el cual le permite a los investigadores, mediada una base de datos exclusiva, determinar ordenar y catalogar la información específica de cada uno de los estudiantes y su interacción con el videojuego.

Tabla 2.

Orden de aplicación de los instrumentos de medida y tiempo empleado para el experimento.

Orden	Capacidad medida	Instrumento de medida.	Tiempo usado
1	Estilo cognitivo.	EFT (Embedded Figures Test) Witkin(1975)	6 min
2	Potencial creativo.	TTCT (Torrance Test of Creative Thinking)	30 min
3	Habilidad Espacial.	PSVT-VR (Purdue Spatial Visualization Test) Guay(1976)	20 min (30 preguntas)
		MRT (Mental Rotation Test) Vandenberg & Kuse(1978)	8 min (20 preguntas)
4	Ambiente de aprendizaje ROBOT IN TROUBLES	Logro de Aprendizaje (Diseño y desarrollo propio)	180 min aprox.

Fuente: Diseño propio.

Nota: La tabla anterior muestra los test utilizados en esta investigación en función de las variables establecidas, los tiempos de aplicación de cada uno de ellos y el orden en el cual fueron aplicados.

Instrucciones a los participantes.

Antes de la aplicación de cada uno de los cuestionarios psicométricos, los participantes fueron informados según los procedimientos, instrucciones y recomendaciones sugeridos por los autores; así como fueron tenidos en cuenta los tiempos y condiciones de aplicación. A los participantes se les dio la opción de hacer cualquier pregunta, pedir aclaración o retirarse del estudio en cualquier momento; adicional a ello, fueron informados sobre los beneficios y riesgos del estudio.

Se les informó a los participantes que la información obtenida a partir de su participación en el estudio mantendría la mayor confidencialidad, y que su no participación

no acarrearía consecuencias académicas o de ninguna naturaleza. Todos los cuestionarios de los participantes fueron codificados y sólo los investigadores tuvieron acceso a ellos y los resultados. A los participantes no se les dieron incentivos específicos, excepto los de carácter simbólicos que están determinados en la dinámica de juego del ambiente de aprendizaje ROBOT IN TROUBLES; Sin embargo, se acordó con los participantes entregar los resultados resumidos de los cuestionarios para que conozcan y comprendan su estilo cognitivo, potencial creativo y habilidad espacial.

Instrumentos utilizados en el presente estudio.

Se utilizaron cinco instrumentos en total, a saber:

- Test de Figuras Enmascaradas EFT (Embedded Figures Test).
- Test de Pensamiento Creativo de Torrance (TTCT).
- Prueba de Rotación Mental (MRT).
- Prueba de Visualización Espacial de Purdue: Rotaciones (PSVT-R).
- Ambiente de aprendizaje (ROBOT IN TROUBLES).

Test de Figuras Enmascaradas EFT (Embedded Figures Test)

El instrumento de figuras enmascaradas EFT obedece al concepto de estilo cognitivo propuesto por Witkin & Goodenough (1980), este se refiere a las modalidades de recepción, organización y procesamiento de la información, las cuales determinan las diferentes estrategias que ponen en práctica los sujetos a la hora de resolver una tarea cognitiva; es decir, están en relación con los modos de percibir, recordar y pensar, así como de descubrir, almacenar y transformar la información.

Esta prueba presenta al sujeto una serie de láminas con figuras geométricas simples y otras con figuras geométricas complejas; evaluando la velocidad de reestructuración

perceptual, mediante la capacidad que tiene una persona para hallar figuras geométricas en un contexto perceptualmente complejo.

El EFT consiste en encontrar las figuras simples que se hallan enmascaradas dentro de las figuras complejas. La prueba está conformada por 50 ítems organizados en 5 grupos de 10 figuras complejas para la misma cantidad de figuras simples. Un puntaje alto en la prueba es indicador de una tendencia hacia la independencia de campo; uno bajo es indicador de una tendencia hacia la dependencia de campo. (Ver Figura 2.)

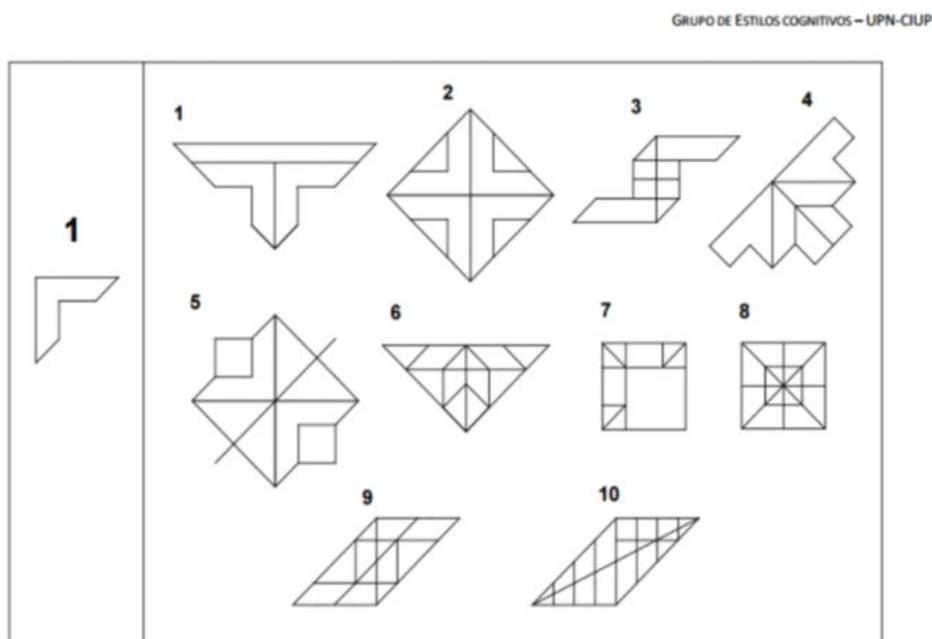


Figura 2. Ejercicio test de figuras enmascaradas (segmento). Fuente: (Oltman, Raskin, & Witkin, 1971); Adaptado por grupo de estilos cognitivos UPN-CIUP.

Test de Pensamiento Creativo de Torrance (TTCT)

El Torrance Thinking of Creative Test (TTCT), Torrance, (1974), Torrance, (1966) es una prueba de pensamiento divergente. La prueba mide cuatro elementos del pensamiento divergente: fluidez, flexibilidad, originalidad y elaboración. El test TTCT-Figurativo, evalúa las producciones creativas a través de dibujos y composiciones constituido por tres subtests: a) componer un dibujo, b) acabar un dibujo y c) líneas paralelas. (Ver Tabla 3)

Tabla 3.

Elementos TTCT

ELEMENTOS TTCT	
Originalidad.	Considera las respuestas novedosas, no familiares e inusuales.
Flexibilidad.	Variedad de categorías en las respuestas. Torrance propone un listado de figuras que representan más de 60 categorías de objeto-concepto. Capacidad para cambiar el patrón o estructura de las composiciones.
Fluidez.	Aptitud para hacer asociaciones múltiples a partir de un estímulo único; número de dibujos con título realizados.
Elaboración.	Se refiere a la cantidad de detalles que el niño añade al dibujo con el objetivo de embellecerlo.

Fuente: Diseño propio.

En el primero, se solicita componer un dibujo a partir de una figura geométrica reconocible con características de color y tono. Se espera que el estudiante a partir de la figura logre resignificarla. Las habilidades que se valoran son: originalidad y elaboración.

El segundo subtest, consiste en completar un dibujo a partir de 10 trazos no simétricos. Se evalúa la elaboración, la originalidad, la flexibilidad y en menor grado la fluidez. El tercer y último subtest, consta de 30 pares de líneas paralelas. El objetivo es hacer tantos dibujos como se pueda a partir de las líneas en 10 minutos. Se mide la fluidez, la flexibilidad, originalidad, y elaboración. (Ver Figura 3.)

Para la presente investigación se utilizó la versión en español desarrollada por Jiménez, Artiles, Rodríguez, & García (2007) la cual fue adaptada y validada por los autores para el contexto nacional en la investigación “Estilo Cognitivo y Creatividad” (Nopsa and Hernández, 2015) en el marco de la Maestría en Tecnologías de la Información Aplicadas a la

Educación. La confiabilidad del TTCT para la población seleccionada fue de $\alpha = (0.838)$, la cual está dentro del intervalo registrado por otros estudios que varió entre (0.59 a 0.97) (Kim, 2006). Adicional a ello el autor afirma que la TTCT tiene validez predictiva en un amplio rango y durante largos períodos.

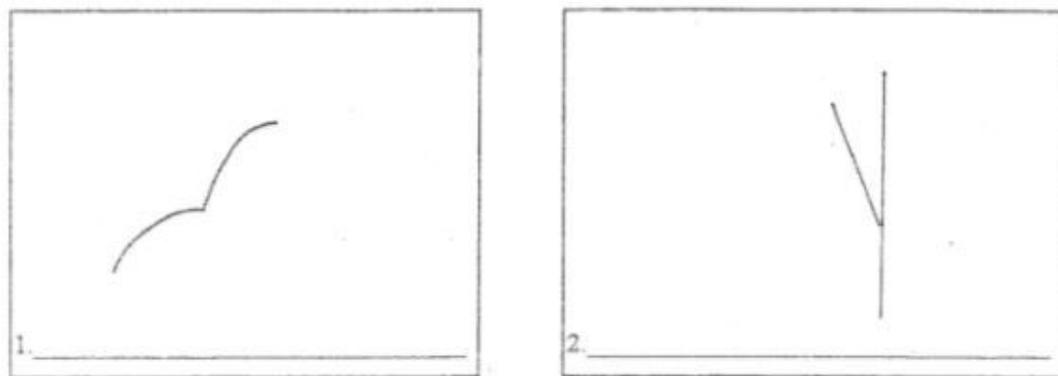


Figura 3. Fragmento Test de Torrance TTCT. Segundo subtest.
Fuente: (Coronado-Hijón, 2015)

Prueba de Rotación Mental (MRT).

La Prueba de Rotaciones Mentales (MRT) fue desarrollada por Vandenberg & Kuse (1978) y es habitualmente utilizada en los campos de psicología y estudios sociales. El MRT es una prueba de visualización caracterizado por un grado de relativamente alta complejidad. Estas tareas requieren, en varios niveles, la implementación de múltiples operaciones mentales como la traslación y la rotación. (Albaret & Aubert, 1996)

El test consta de veinte preguntas, cada una de ellas tiene cinco figuras, (un modelo (M) colocado en el extremo izquierdo y 4 estructuras a la derecha del modelo). Los estructuras tridimensionales están formadas por 9 o 10 cubos en línea, doblada en tres lugares; la dinámica de la prueba consiste en escoger entre cuatro alternativas, dos representan el criterio tridimensional después de la rotación, las otras dos opciones representan un objeto diferente.

Se les pide a los estudiantes que identifiquen las dos respuestas correctas por pregunta. El tiempo de solución previsto para la prueba es de 4 minutos para el primer conjunto de 10 elementos y, después de un breve intervalo de tiempo, se proporcionan otros 4 minutos para resolver los otros 10 problemas. (Ver Figura 4)

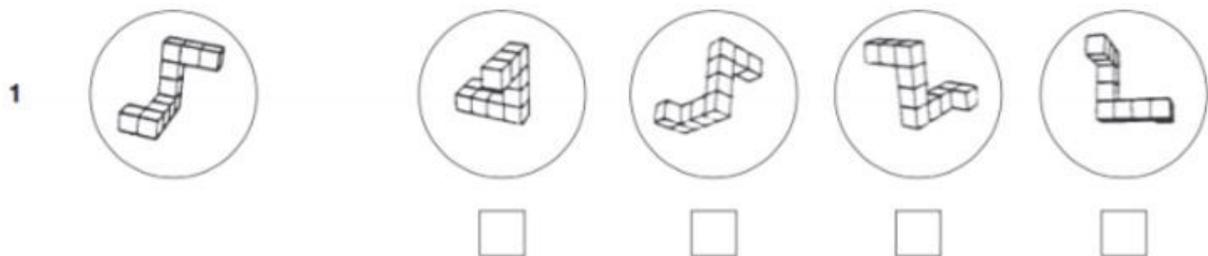


Figura 4. Fragmento Test de rotación mental MRT.

Fuente: (Albaret & Aubert, 1996)

Prueba de Visualización Espacial de Purdue: Rotaciones (PSVT-R)

La prueba de visualización espacial Purdue: Rotations (PSVT: R) fue desarrollada por Guay (1977) para para medir la habilidad de visualización espacial y rotación mental 3-D de individuos mayores de 13 años en 20 min. La prueba tiene 30 elementos que consta de 13 figuras simétricas y 17 no simétricas de objetos tridimensionales, que se dibujan en un formato isométrico bidimensional (2-D). (Ver Figura 5.)

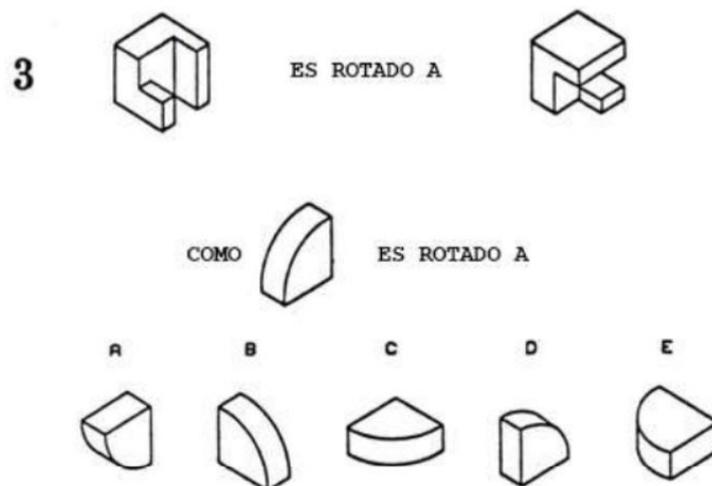


Figura 5. Ejercicio Prueba de Visualización Espacial de Purdue: Rotaciones (PSVT-R).

Fuente: (Bodner & Guay, 1997)

Todas las figuras contienen cubos o cilindros con ranuras truncadas variadas. En cada ítem, la tarea de los encuestados consiste en girar mentalmente una figura en la misma dirección indicada visualmente en las instrucciones e identificar la opción más apropiada entre las cinco opciones. Con amplio uso en investigación educativa, es utilizado particularmente en las disciplinas de STEM, dado que presente un alto índice de confiabilidad. (Ver Tabla 4.)

Tabla 4.

Confiabilidad Test (PSVT: R)

Autor	Muestra	Confiabilidad	Validez
Alkhateeb (2004)	180 estudiantes universitarios inscritos en cursos de matemáticas.	$r\alpha = 0.81$	
Battista et al. (1982)	82 profesores de pre - primaria inscritos en cursos de geometría.	$rKR-20 = 0.80$	
Branoff (2000)	139 estudiantes universitarios inscritos en carreras de comunicación gráfica		$r_p = 0.67$ con el MRT
Guay y McDaniel (1978)	101 estudiantes universitarios	$rSH = 0.9$ $rKR-20 = 0.80$	$r_p = 0.61$ con el Sheppard Metzler Rotation Test $r_p = 0.25$ con el RMPFBT
Maeda y Yoon (2011)	585 estudiantes de primer año de ingeniería	$r\alpha = 0.84$	factor confirmado a través de un estudio factorial exploratorio y confirmatorio
Sorby y Baartmans (1996)	492 estudiantes de primer año en ingeniería	$rKR-20 = 0.82$	
Sorby y Baartmans (2000)	27 estudiantes de primer año en ingeniería	$rKR-20 = 0.82$ pretest $rKR-20 = 0.71$ posttest	
Sorby (2000)	Aprox. 80 estudiantes universitarios		$r_p = 0.53$ con el MCT $r_p = 0.19$ con el DAT:SR (no significativo)

Yoon (2011)	1022 estudiantes universitarios	$r\alpha = 0.86$	factor confirmado a través de un estudio factorial confirmatorio
-------------	---------------------------------	------------------	--

$r\alpha$ coeficiente de confiabilidad alpha de Cronbach; rSH coeficiente de confiabilidad de la mitad dividida; rKR-20 Coeficiente de fiabilidad Kuder–Richardson; rP Coeficiente de correlación producto momento de Pearson; RMPFBT Revised Minnesota Paper Form Board Test; MCT Mental Cutting Test (MCT); DAT:SR Differential Aptitude Tests: Spatial Relations.

Fuente: Maeda & Yoon (2013) (p.76)

Adicional a ello, el PSVT: R está relacionado con la habilidad para resolver tareas frecuentemente encontradas en las disciplinas de STEM (Bodner & Guay, 1997; Yue, 2004) y ha sido frecuentemente citado como la medida más fuerte de la capacidad de visualización espacial de la rotación mental que más incorpora el proceso de pensamiento espacial holístico o gestalt y menos incorpora el proceso de pensamiento espacial analítico o analógico (Branoff, 2009; R. B. Guay, 1978) citado por Maeda & Yoon (2013).

Confiabilidad de los instrumentos

Como referencia para el presente informe se verificó las validaciones realizadas por otros investigadores de los instrumentos señalados en estudios relacionados. (Ver Tabla 5.)

Tabla 5.

Confiabilidad de los instrumentos psicométricos utilizados en la investigación.

TEST	CONFIABILIDAD α	AUTOR
PSVT-R	0.84	(Maeda & Yoon, 2013)
Mental Rotation Test MRT	0.88	(Kozhevnikov et al., 2013)
EFT	0.812	(H A Witkin, Moore, Goodenough, & Cox, 1977)
TTCT	0.90	(Kim, 2006)

Fuente: Diseño propio.

Ambiente de aprendizaje.

Desarrollo del Videojuego

ROBOT IN TROUBLES (R&T) está soportado bajo la plataforma Unity3d® en su versión 5.0. Unity3d® es un motor gráfico especializado en la creación de videojuegos muy potente que incluye todas las características necesarias para crear contenidos de alta calidad, se integra con diferentes lenguajes de programación (C#, Javascript, Boo) y con los software de modelado 3d más populares (3ds max, Maya, Blender, RhinoCeros, etc.). R&T es un juego de estrategia basado en las aventuras de ***Luc McGreen***, quien al encontrarse atrapado en un cubo de cristal busca la manera más eficiente para huir ileso de tan incómoda situación. Para lograrlo, *Luc* debe explorar, generar y validar constantemente múltiples rutas que lo lleve a la salida. (Ver Figura 6.)



Figura 6. Diseño de personaje. Caracterización Luc McGreen. Diseño propio.

La interfaz de juego está distribuida en cuatro áreas principales, las cuales están diseñadas para proporcionar al usuario una experiencia inmersiva. El 88% de la interfaz está dedicada a ofrecerle al usuario información del contexto y ambiente, facilitando la visualización y navegabilidad dentro de los escenarios tridimensional (tanto en 1° persona como en 3° persona). El 12% restante contiene paneles, display de salida-estado e íconos de herramientas y poderes, los cuales complementan la dinámica de juego. (Ver Figura 7.)

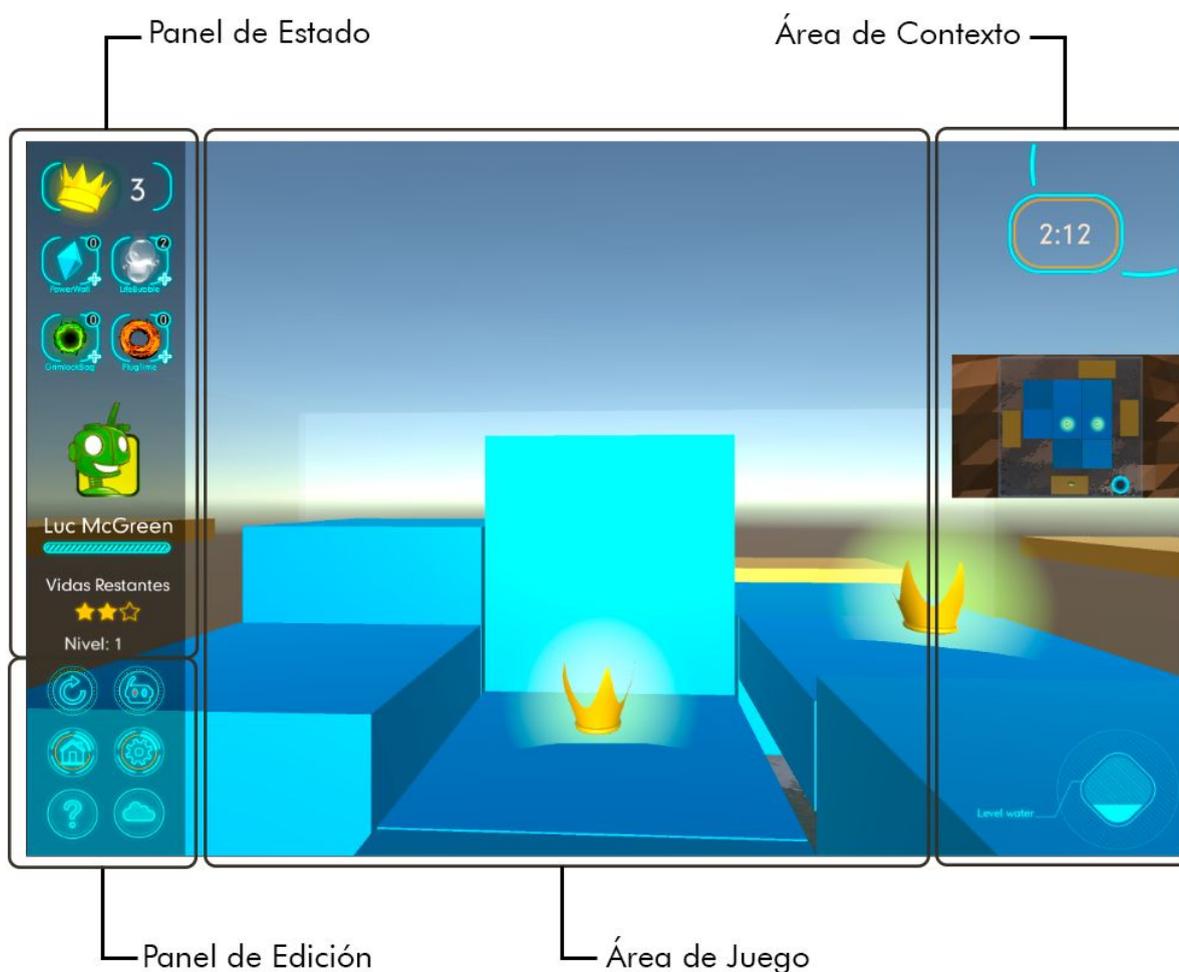


Figura 7. Diseño y disposición de la interfaz de juego. Áreas constitutivas de la interfaz de juego ROBOT IN TROUBLES. Modo visualización 1ª Persona.

Fuente: Diseño propio.

El escenario propuesto por R&T es de naturaleza tridimensional, obligando al jugador a explotar las habilidades espaciales en función de las estrategias generadas que apuntan a la resolución del problema. R&T cuenta con 2 versiones del mismo escenario lo que supone niveles diferentes del entrenamiento de los habilidades espaciales, diferenciándose entre sí por el modelo de visualización. En el modo 1ª Persona tanto el jugador como el personaje principal comparten el punto de vista del escenario, es decir, el mundo se vé desde la perspectiva del personaje (Ver Figura 7.); en el modo 3ª Persona el personaje que se controla se ve de cuerpo entero, además de la totalidad del escenario con el que interactúa; independientemente del punto de vista del personaje. (Ver Figura 8.)

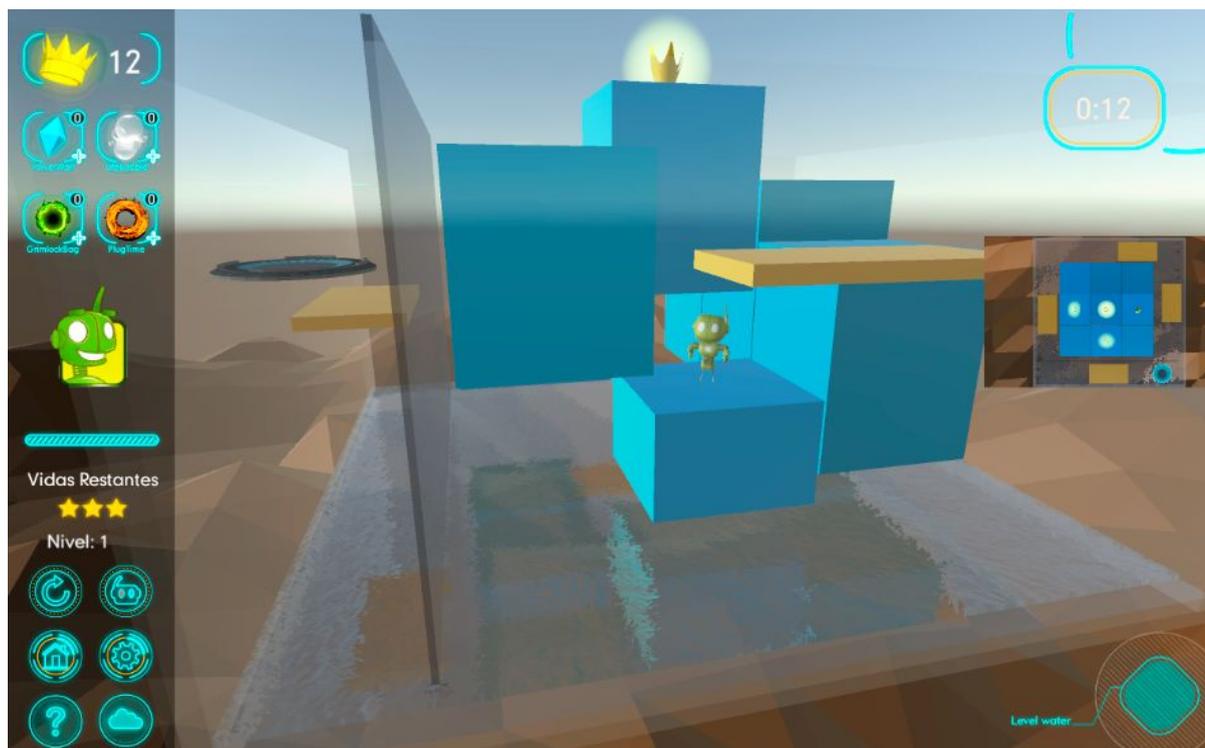


Figura 8. Modo visualización 3° Persona.
Fuente: Diseño propio.

Los factores que determinan la complejidad del nivel son los siguientes:

Tabla 6.

Dificultad por niveles.

Variable de juego	Nivel					
	1	2	3	4	5	6
No. Losas	3x3	3x3	4x4	4x4	5x5	5x5
No. Paneles	2	2	2	3	4	5
Caudal de agua (sg.)	25	25	25	20	15	15
Frec. cambios de volumen losas (sg.)	18	16	18	16	14	10
Frec. cambios de posición losas (sg.)	18	16	16	18	16	15

En cada nivel se utilizan estos valores para determinar la dinámica de juego.

Fuente: Diseño propio.

El escenario con el que debe lidiar Luc está conformado por nueve losas -en los dos primeros niveles- las cuales cada cierto tiempo y de manera aleatoria no solo se elevan, si no también cambian de volumen (en el eje vertical únicamente) lo que conlleva a reconfigurar constantemente el escenario inicial y por lo tanto exige abordar y reevaluar continuamente las variables de solución al problema. Adicional a ello, el cubo lo asiste un continuo flujo de agua, haciendo de la situación de Luc aún más estresante.

La dinámica de juego que propone R&T exige a *Luc* buscar y recoger una serie de objetos (coronas) en diferentes áreas del escenario, las cuales podrá intercambiar por poderes incluidos en la *caja de herramientas* ubicada en el panel de estado, que le permitirá generar estrategias adicionales de resolución al problema. Paralelo a ello, distribuidos en el tablero el usuario deberá superar algunos obstáculos -paneles- que evitan el paso de *Luc*, por lo que necesitará apoyarse en las posibilidades que le ofrece la caja de herramientas para lograr la solución al problema. (Ver Figura 9.; Tabla 7.)

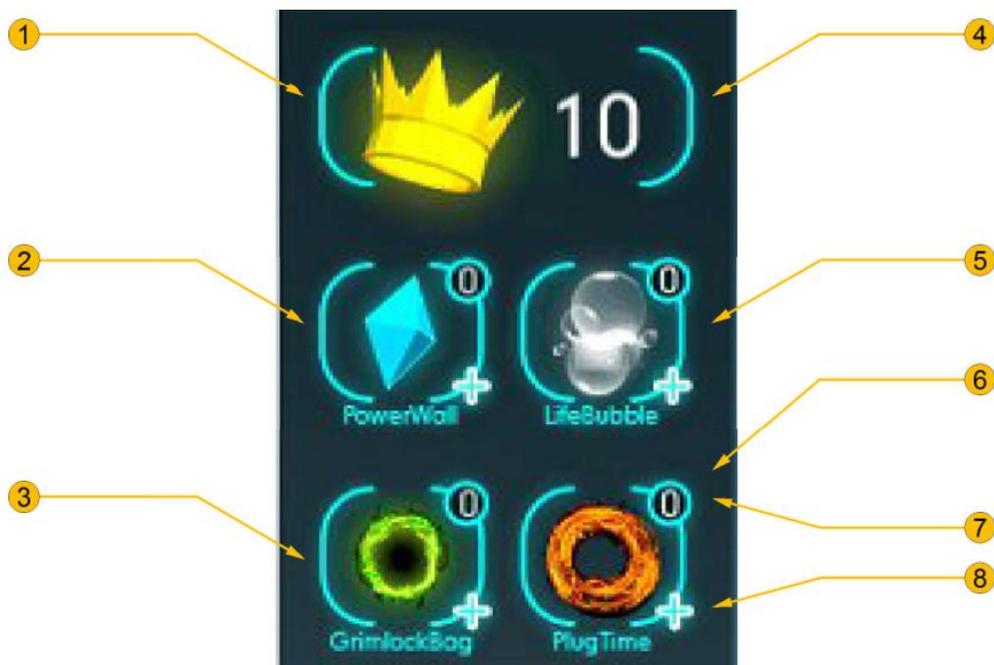


Figura 9. Detalle del panel de estado. Caja de Herramientas.
Fuente: Diseño propio.

Tabla 7.

Elementos y características panel de estado. Caja de herramientas.

Caja de Herramientas			
Cod	Nombre	Características	Relación costo
1	Corona	Se recogen y acumulan en el área de juego, son canjeadas por alguno de los cuatro poderes.	—
2	PowerWall	Explosivo que destruye los paneles invisibles.	3x1
3	GrimLockBag	Cambia la posición aleatoriamente del jugador dentro del área de juego.	2x1
4	No. Coronas	Visualizador que indica al jugador el número de coronas recogidas y disponibles para canje.	—
5	LifeBubble	Evita durante 10sg. el ahogamiento de <i>Luc</i> al contacto con el agua.	5x1
6	PlugTime	Congela el flujo de agua así como el movimiento y transformación de las losas durante 30 sg.	4x1
7	No. de poderes.	Visualizador ubicado en la esquina superior derecha, indica el número disponible del mismo.	—
8	+ Botón de canje.	Botón ubicado en todos los poderes, permite el canje entre coronas y el poder elegido por el usuario.	—

Fuente: Diseño propio.

El control del personaje se realiza utilizando los periféricos tradicionales de cualquier PC o Laptop. (Ver Figura 10.)

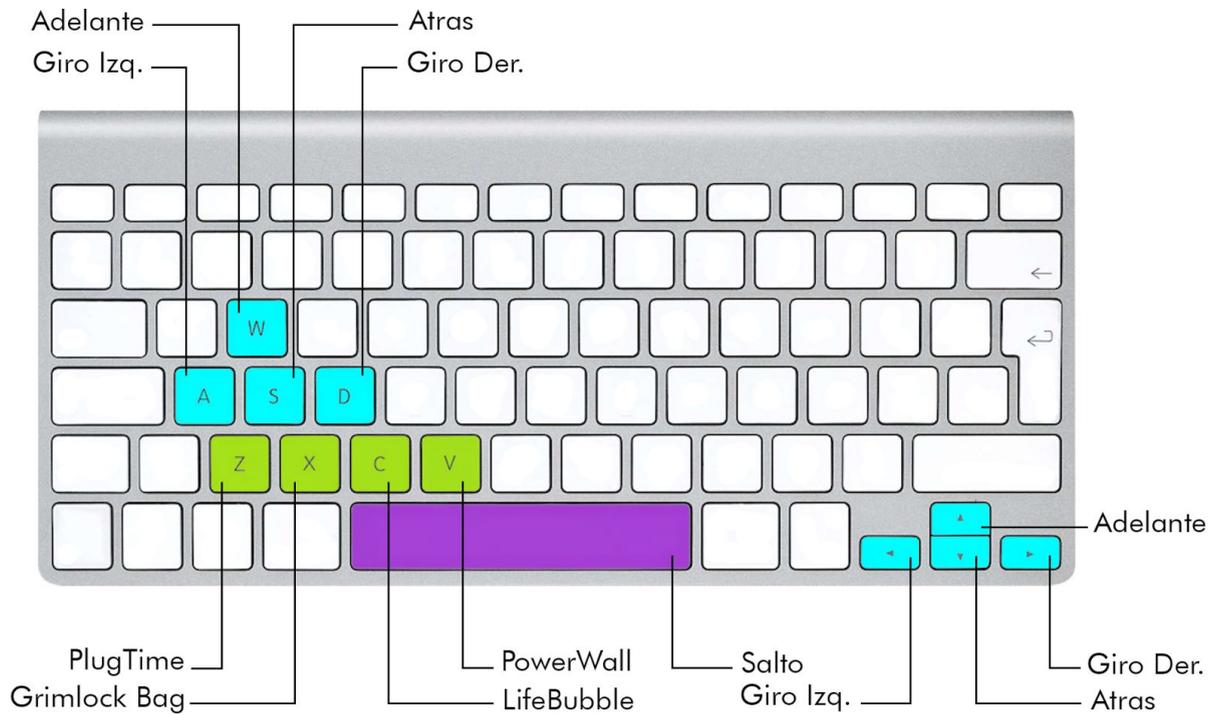


Figura 10. Teclas de control del personaje. Fuente: Diseño Propio.

R&T está apoyado con un sistema de ayudas el cual a través de mensajes textuales y visuales, el jugador encuentra sugerencias y aclaraciones acerca de las funcionalidades y objetivos del videojuego. El sistema incluye misivas que tiene como objetivo alentar y estimular al usuario seguir en su propósito. (Ver Figura 11.)

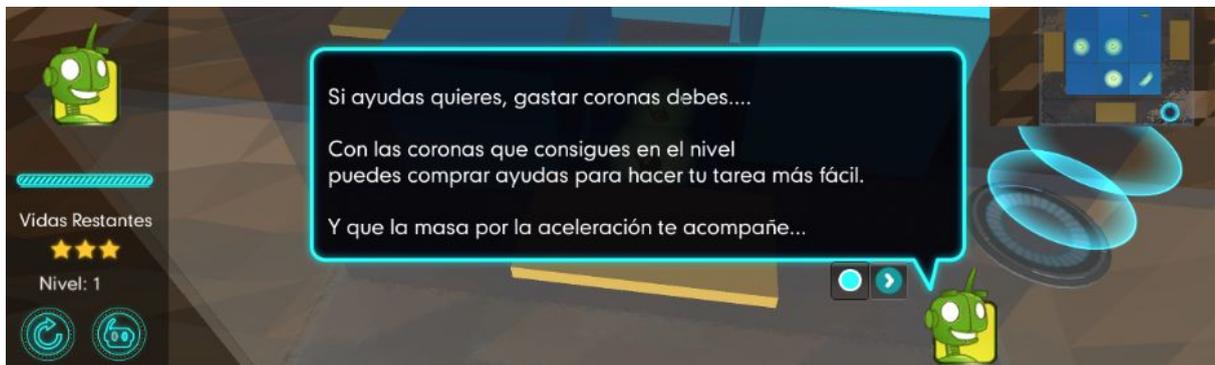


Figura 11. Detalle Sistema de Ayuda ROBOT IN TROUBLES. Fuente: Diseño Propio.

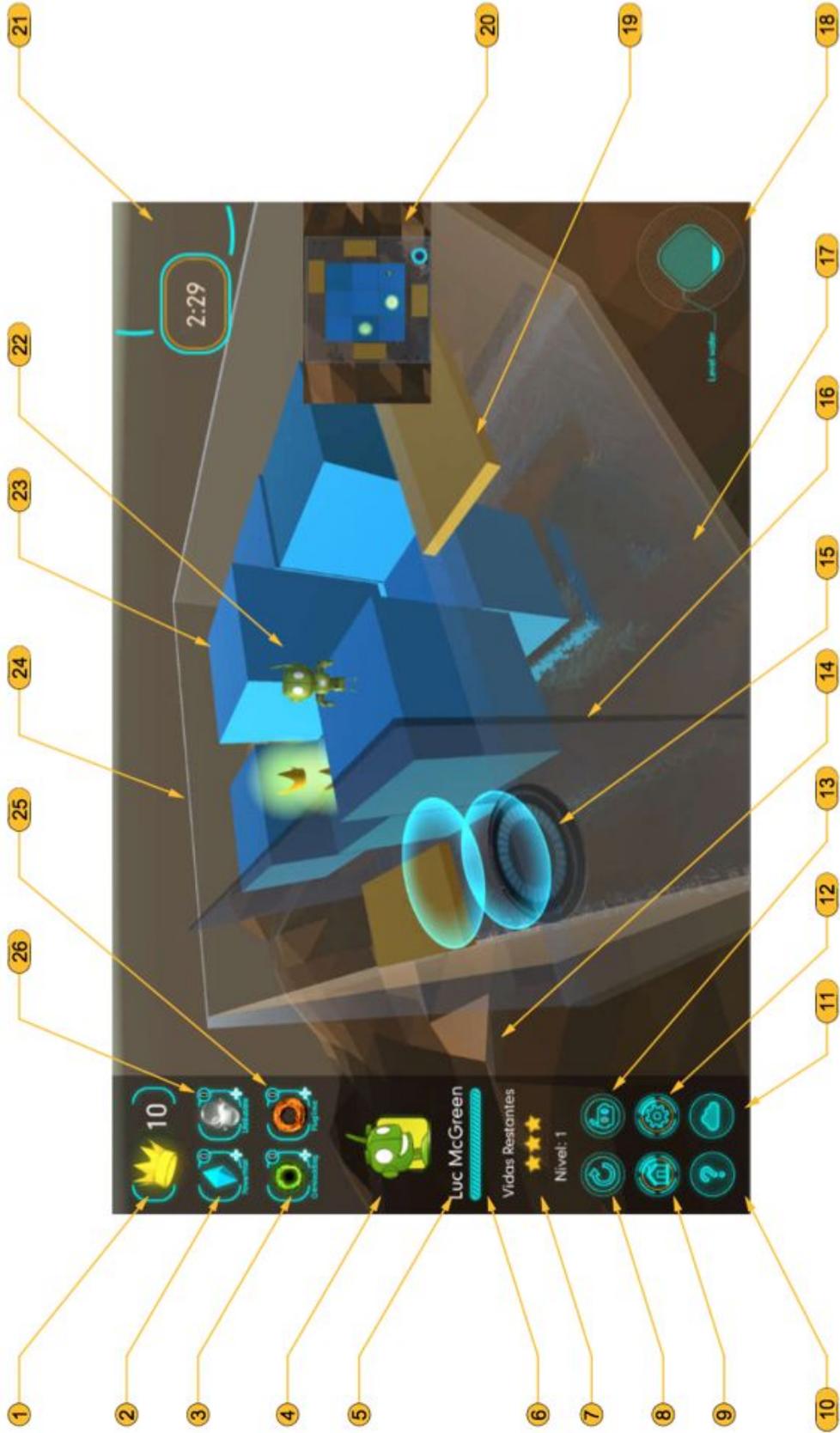


Figura 12. Arquitectura interfaz *ROBOT IN TROUBLES*.

Fuente: *Diseño Propio*.

Tabla 8.

Arquitectura interfaz juego ROBOT IN TROUBLES.

Cod	Ícono-Elemento	Cod	Ícono-Elemento
1	Contador de Coronas	14	Desierto
2	PowerWall	15	Portal de Salida
3	GrimLock	16	Panel Invisible
4	LucMcGreen	17	Agua
5	Username usuario	18	Indicador Nivel Agua
6	Barra de estado Vida	19	Área Segura
7	Número de vidas.	20	Área de visualización Cenital
8	Reiniciar Juego	21	Tiempo de Juego
9	Home.	22	Avatar-Luc McGreen
10	Ícono Ayuda usuario	23	Losas
11	Cloud.	24	Cubo de Cristal
12	Opciones	25	LifeBubble
13	Tipo de Visualización	26	PlugTime

Fuente: Diseño propio.

El logro de aprendizaje se manifiesta al concluir satisfactoriamente cada nivel propuesto en el videojuego. Iniciado el nivel, el jugador una vez explora y reconoce las variables principales del escenario-problema, crea una estructura mental para su solución, sin embargo debido a la dinámica cambiante de las variables, la geometría del escenario se reformula constantemente implicando un replanteamiento constante de la estrategia.

Las múltiples alternativas de abordaje y solución son una característica de los problemas débilmente estructurados; para R&T este es uno de los aspectos más diferenciadores, puesto que al no existir una única estrategia de solución, el jugador se ve abocado a utilizar tanto habilidades cognitivas como espaciales en la resolución del mismo; en las que la flexibilidad de pensamiento y las aproximaciones holísticas divergentes-convergentes, además de las constantes validaciones de solución favorecen un cambio no solo en el potencial creativo del individuo sino también cognitivo.

Tabla 9.

Elementos con origen en el ambiente de aprendizaje R&T.

Factor	Descripción.
Tiempo.	Se entiende como número de segundos que el usuario invierte en lograr pasar un nivel.
No. Niveles.	Indica el nivel máximo alcanzado por el usuario. Está muy asociada al logro de aprendizaje.
No. de vidas.	Permite determinar el número de piezas que el usuario utiliza para alcanzar el logro propuesto para el nivel.
Ayudas	Se entiende como el número de veces en que el jugador acudio a los mensajes de ayuda.

Fuente: Diseño propio.

El ambiente de aprendizaje ROBOT IN TROUBLES tiene como principio activar procesos de pensamiento relacionados con la habilidad del usuario en lo que tiene que ver con las habilidades espaciales y estrategias de solución, dado que para lograr salir del cubo de vidrio, necesita plantear una estrategia con los recursos disponibles. Se espera que el jugador, entrene las habilidades de ubicación espacial, rotación espacial, dinámicas de movimiento e interacción entre sólidos, flexibilidad de pensamiento y reacomodación de estrategias en la medida en que el ambiente de aprendizaje plantee las restricciones o facilite recursos con los cuales puedan ser modificadas para conseguir el objetivo final, el cual responde necesariamente a la superación de las condiciones restrictivas del juego.

Adicional a ello, el número de intentos y tiempos de juego apunta hacia algunas características que acompañan a los sujetos creativos desde la perspectiva de eficiencia y eficacia. Un sujeto que desista en la solución del problema al menor obstáculo eventualmente podría ser interpretado como una persona con una resistencia al fracaso mínima. Siendo esta una característica fundamental en las teorías de creatividad; donde la persistencia y tozudez reflexiva del sujeto son características típicas y muy bien ponderadas de los sujetos creativos.



Análisis de los datos.

El análisis de datos incluye la estadística descriptiva, estimación de la consistencia interna en los instrumentos psicométricos utilizados por medio del coeficiente de fiabilidad α de Cronbach, análisis de correlación entre variables, análisis de diferencias entre grupos y análisis del comportamiento de los usuarios del ambiente de aprendizaje R&T. Dichos análisis se realizan, utilizando los software SPSS v 23.0 y R Commander v 3.4.0.

Descriptiva de los datos y población

La muestra poblacional de este estudio consiste en 217 estudiantes de (87 de ellos mujeres) entre los 14 y 18 años pertenecientes a las instituciones: I.E.D. Pompilio Martínez ubicado en el municipio de Cajicá departamento de Cundinamarca de carácter público y el I.T.I. Centro Don Bosco ubicado en la ciudad de Bogotá de carácter privado.

Debido a cuestiones ajenas a la voluntad de los investigadores, algunos participantes no completaron todos los test; por esta razón, se realizaron depuraciones a la base de datos generada, obteniendo como resultado una muestra de N=197 participantes. Este valor, es el que se utiliza para los análisis principales. En el caso particular de la validación de los test psicométricos, la muestra poblacional varía según la cantidad de registros disponibles.

Para obtener los puntajes de cada variable, los investigadores siguieron las indicaciones de los manuales de cada test, de forma cautelosa y rigurosa para disminuir la posibilidad de agregar error en la variabilidad de los datos registrados.

La Tabla 10. condensa los estadísticos descriptivos de mayor relevancia para esta investigación, establece los rangos de las variables: habilidad espacial (MRT [0 - 34], PSVT [0 - 29]), estilo cognitivo EFT (PFE - por sus siglas en español) [10 - 47]), Potencial C[43 - 376]) y los cuatro elementos que lo componen: fluidez [5 - 74], flexibilidad [3 - 56],

originalidad [19 - 180] y elaboración [3 - 57]. También muestra la media (M) y la desviación estándar (DE) para las variables: habilidad espacial (MRT, M=10,93, DE=6,752; PSVT, M=12,56, DE=5,627), estilo cognitivo (PFE, M= 29,28, DE=8,002) y potencial creativo (Potencial C, M=123,320, DE=54,7933).

Tabla 10.
Estadísticos descriptivos.

	<i>N</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Media</i>	<i>Desviación estándar</i>	<i>Varianza</i>
<i>MRT</i>	197	0	34	10,93	6,752	45,593
<i>PSVT</i>	197	0	29	12,56	5,627	31,666
<i>Flexibilidad</i>	197	3	56	17,29	9,835	96,727
<i>Originalidad</i>	197	19	180	61,85	26,914	724,351
<i>Fluidez</i>	197	5	74	19,54	9,578	91,729
<i>Elaboración</i>	197	3	57	22,30	10,168	103,397
<i>Potencial C</i>	197	43,0	376,0	123,320	54,7933	3002,300
<i>PFE</i>	197	10	47	29,28	8,002	64,029
<i>N válido (por lista)</i>	197					

Fuente: *Elaboración propia.*

Al discriminar los resultados de cada test por el estilo cognitivo, se obtiene una mejor descripción del panorama general de las variables. Por ejemplo, en el caso del PSVT, el grupo independiente de campo (IC) tiene una mediana mayor que los grupos intermedio (INT) y dependiente de capo (DC), el valor máximo y la dispersión de los datos tiene un comportamiento similar. (Ver Anexo E Figura.E3)

En el MRT, las medianas son muy cercanas entre los tres grupos (IC,INT, DC), sin embargo, el grupo IC registra valores máximos superiores a los otros dos grupos y se evidencia una mayor dispersión de los datos en el grupo INT (Ver Anexo E Figura.E2). En cuanto al potencial creativo, las medianas son cercanas entre los grupos y se aprecia que los valores más altos se registran en el grupo intermedio, levemente inferiores están los

resultados del grupo INT y considerablemente distantes los resultados del grupo DC. En la sección “Discusión” se profundiza en la significancia e implicaciones de dichas diferencias. (Ver Anexo E Figura. E1)

Validación instrumentos.

En esta investigación se utilizan los test MRT, PSVT y TCTT para establecer puntajes en las variables habilidad espacial (MRT, PSVT) y potencial creativo (TCTT); los cuales son ampliamente utilizados en el ámbito internacional. Sin embargo, los investigadores reportan ausencia de aplicaciones en el contexto nacional en el tipo de población que focaliza el presente estudio (Colombia); por este motivo, se realizan test de consistencia interna reflejadas por el coeficiente de fiabilidad α de Cronbach. Los resultados indican la validez de las mediciones para medir el constructo sobre el cual fueron diseñados; en los tres instrumentos (MRT, PSVT, TCTT) el coeficiente α de Cronbach supera el valor aceptable de $\alpha = 0.7$ (Ver tabla 11).

Tabla 11.

Validación instrumentos psicométricos.

Test	Ítems test	Muestra(N)	N válidos	α Cronbach
MRT	20	215	213	0,728
PSVT	30	213	210	0,805
TCTT global	48	200	199	0,90

Fuente: Elaboración propia.

Si bien el test de Torrance es un instrumento ampliamente utilizado y validado en norteamérica y algunos países europeos con sobrada confiabilidad Cho (2017), Hijón (2015), Hennessey & Amabile (2010) López & Navarro (2008), Oliveira et al. (2009) en el contexto nacional es relativamente desconocido.

En la presente investigación se hace una revisión y validación en población perteneciente al sistema educativo nacional correspondientes al ciclo de educación media técnica con edades que varían entre los 14 y 18 años. De igual manera se analizan las confiabilidades de cada una de las dimensiones constitutivas del test propuesto por Torrance para su formulación. (Ver Tabla 12.)

Tabla 12.

Validación elementos constitutivos TTCT.

TTCT	Items Subtest	Muestra(N)	N válidos	α Cronbach
Fluidez	2	200	200	0,630
Originalidad	41	200	199	0,847
Elaboración	3	200	200	0,447
Flexibilidad	2	200	200	0,729

Fuente: Elaboración propia.

Estos resultados demuestran la validez y confiabilidad estructural interna del TTCT, confirmando que los resultados obtenidos están en sintonía con los estudios realizados en poblaciones similares en otras partes del mundo.

Análisis Correlacional

Para entender la relación entre el potencial creativo (PC), las habilidades espaciales (HE) y el estilo cognitivo (EC), se utiliza un análisis de correlación. Este análisis proporciona un coeficiente que puede variar entre -1 y +1. Una correlación de -1 indica una relación negativa perfecta, mientras que un +1 indica una correlación positiva perfecta. Una relación positiva entre dos variables indica que al aumentar una de ellas la otra también lo hace mientras una correlación negativa sugiere una relación inversa.

Para estimar el efecto de las relaciones entre variables, los investigadores optan por seguir la línea de Hernández & Fernández (2006) donde sugieren los siguientes intervalos para el análisis del coeficiente de correlación:

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none">● -0.90 = Correlación negativa muy fuerte.● -0.75 = Correlación negativa considerable.● -0.50 = Correlación negativa media.● -0.25 = Correlación negativa débil.● -0.10 = Correlación negativa muy débil. | <ul style="list-style-type: none">● 0 = No existe correlación alguna entre las variables.● $+0.10$ = Correlación positiva muy débil.● $+0.25$ = Correlación positiva débil.● $+0.50$ = Correlación positiva media.● $+0.75$ = Correlación positiva considerable.● $+0.90$ = Correlación positiva muy fuerte. |
|--|---|

En busca de facilitar el análisis y la lectura de los resultados, se llevaron tres análisis de correlación por separado, en el primero se analiza el estilo cognitivo estimado a partir de los resultados del EFT (PFE) y las habilidades espaciales de rotación mental (MRT) y visualización espacial (PSVT) (Ver Tabla 13.) . El segundo análisis muestra la relación entre el potencial creativo, los elementos de fluidez, flexibilidad, originalidad y elaboración del TTCT y el estilo cognitivo (Ver Tabla 14.). Finalmente, el tercer análisis incluye la relación entre las habilidades espaciales y el potencial creativo incluyendo los cuatro elementos que lo constituyen. (Ver Tabla 15.)

Tabla 13.

Correlación PFE/MRT/PSVT

		PFE	MRT	PSVT
PFE	Correlación de Pearson	1	0,186**	0,379**
	Sig.(bilateral)		0,001	0,000
	N	197	197	197
MRT	Correlación de Pearson	0,186**	1	0,363**
	Sig.(bilateral)	0,001		0,000
	N	197	197	197
PSVT	Correlación de Pearson	0,379**	0,363**	1
	Sig.(bilateral)	0,000	0,00	
	N	197	197	197

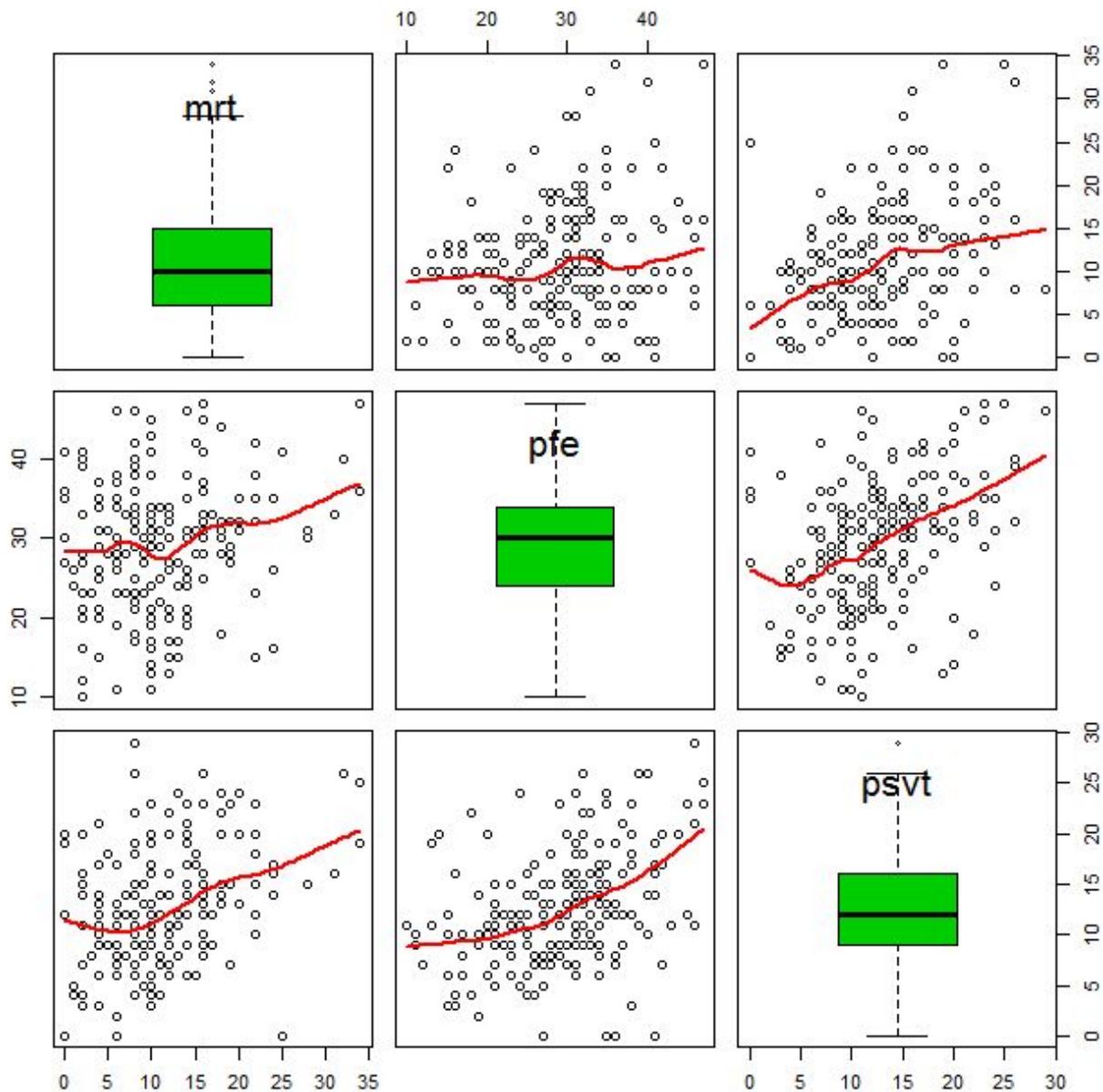
** La correlación es significativa en el nivel 0.01 (bilateral)

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados del análisis muestran una correlación significativa ($p < 0.01$, bilateral) positiva débil entre el estilo cognitivo (PFE) y los elementos de la variable habilidad espacial visualización espacial ($r = 0.379$) y rotación mental ($r = 0.186$), lo que significa que parte de la variable estilo cognitivo es explicable desde la variable habilidad espacial. Para determinar el porcentaje aproximado de contribución en la explicación de las variables, se utiliza el indicativo coeficiente de determinación (r^2). Hernández & Fernández (2006) exponen respecto al coeficiente de determinación:

“cuando el coeficiente r de Pearson se eleva al cuadrado (r^2), se obtiene el coeficiente de determinación y el resultado indica la varianza de factores comunes. Esto es, el porcentaje de la variación de una variable debido a la variación de la otra variable y viceversa (o cuánto explica o determina una variable la variación de la otra)” p 306.

De acuerdo a lo anterior, el coeficiente de determinación (r^2) es igual a $r^2=0.1436$ para visualización espacial y $r^2=0.0345$ para rotación mental; en concordancia con lo anterior, el elemento visualización de la variable habilidad espacial puede explicar cerca del 14% de la variable estilo cognitivo mientras el elemento rotación mental puede explicar cerca del 3%. Las implicaciones de estos resultados se abordan en el siguiente capítulo.



* ---- Curva de regresión basada en los puntos. Ofrece una idea de la clase funcional más eficiente bajo el criterio de mínimos cuadrados.

Figura 13. Matriz de dispersión con BoxPlot: MRT/PFE/PSVT.

Fuente: Diseño Propio.

Finalmente, existe una correlación de $r = 0.363$ entre los elementos de la variable habilidad espacial: rotación mental y visualización espacial, este resultado es el esperado, pues al hacer parte del mismo constructo (habilidad espacial), es posible suponer que exista algún tipo de correlación entre ellas.

Se interpreta del diagrama de dispersión (Figura 13.) que en el boxplot de PSVT y MRT el 50% de los datos se concentran entre los intervalos 8-16 y 6-15 de la escala respectiva. Adicional a ello se observa que existe una correlación leve entre el estilo cognitivo (PFE) y la habilidad espacial (MRT y PSVT), así como entre los dos instrumentos utilizados para medir la habilidad espacial (MRT y PSVT). Si bien no se observa que los datos están agrupados uniformemente en ninguna de las gráficas sugiriendo una alta dispersión y una correlación entre variables pequeña; la curva de regresión indica que en la gráfica (PFE vs PSVT) los datos mantiene una tendencia positiva ascendente coincidiendo con el valor de $r = 0,379$.

El segundo análisis de correlación se realiza entre la variable potencial creativo total (y los cuatro elementos que lo componen: fluidez, elaboración, originalidad, flexibilidad) y el estilo cognitivo (Ver tabla 14). Los resultados muestran correlación significativa ($p < 0.01$ bilateral) débil y positiva entre el estilo cognitivo (PFE) y flexibilidad $r = 0.216$, originalidad $r = 0.209$ y potencial creativo $r = 0.220$.

Adicionalmente muestra una correlación significativa muy débil con fluidez $r = 0.194$, $p < 0.01$ y elaboración $r = 0.175$, $p < 0.05$. Los coeficientes de determinación (r^2) para este análisis son: flexibilidad $r^2 = 0.046$, originalidad $r^2 = 0.043$, fluidez $r^2 = 0.037$, elaboración $r^2 = 0.030$ y potencial creativo $r^2 = 0.048$. Ello implica, de acuerdo al coeficiente r de Pearson elevado al cuadrado (r^2), que el estilo cognitivo explica cerca del 4.8% de la variable

potencial creativo. Así mismo, da razón sobre los porcentajes similares en los elementos flexibilidad (4.6%), originalidad (4.3%), fluidez (3.7%), elaboración (3%).

Tabla 14.

Correlación Potencial Creativo y dimensiones / Estilo Cognitivo.

		<i>Flexibilidad</i>	<i>Originalidad</i>	<i>Fluidez</i>	<i>Elaboración</i>	<i>Potencial C</i>	<i>PFE</i>
<i>Flexibilidad</i>	Correlación de Pearson	1	,847**	,933**	,762**	,939**	,216**
	Sig. (bilateral)		,000	,000	,000	,000	,002
	N	197	197	197	197	197	197
<i>Originalidad</i>	Correlación de Pearson	,847**	1	,885**	,716**	,961**	,209**
	Sig. (bilateral)	,000		,000	,000	,000	,003
	N	197	197	197	197	197	197
<i>Fluidez</i>	Correlación de Pearson	,933**	,885**	1	,726**	,948**	,194**
	Sig. (bilateral)	,000	,000		,000	,000	,006
	N	197	197	197	197	197	197
<i>Elaboración</i>	Correlación de Pearson	,762**	,716**	,726**	1	,834**	,175*
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000		,000	,014
	N	197	197	197	197	197	197
<i>Potencial C</i>	Correlación de Pearson	,939**	,961**	,948**	,834**	1	,220**
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000	,000		,002
	N	197	197	197	197	197	197
<i>PFE</i>	Correlación de Pearson	,216**	,209**	,194**	,175*	,220**	1
	Sig. (bilateral)	,002	,003	,006	,014	,002	
	N	197	197	197	197	197	197

**La correlación es significativa en el nivel 00,1 (bilateral)

*La correlación es significativa en el nivel 00,5 (bilateral)

Fuente: Elaboración propia.

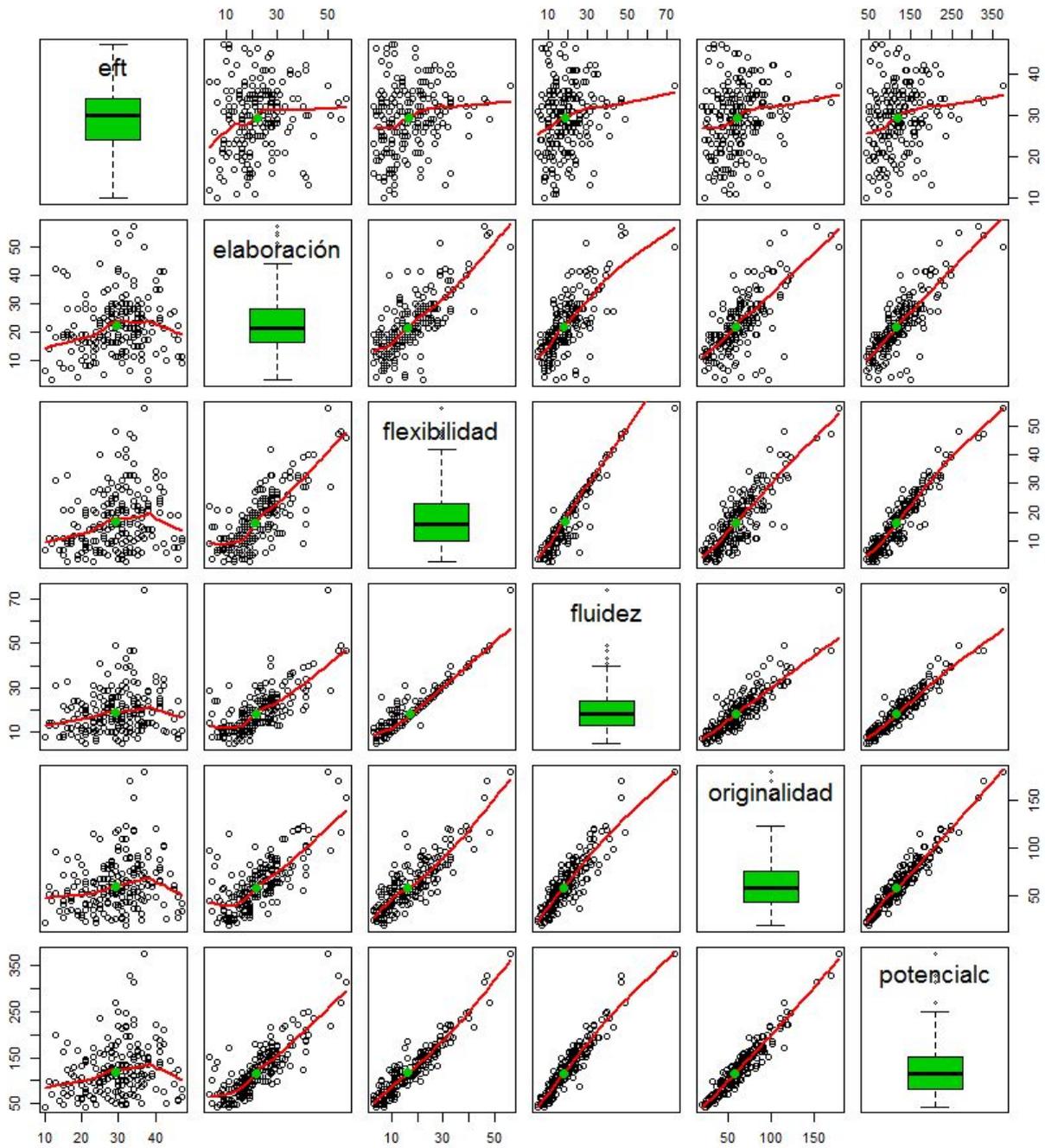
Al observar los resultados del coeficiente de correlación entre la flexibilidad, originalidad, fluidez, elaboración y el potencial creativo, se encuentra un rango ($0.762 < r < 0.961$) dentro de lo esperado, pues la validación del instrumento TTCT por medio del coeficiente alpha de Cronbach indica consistencia interna de los ítems respecto al constructo.

El diagrama de matriz de dispersión (Figura 14.) visualiza claramente dos tipos de comportamiento de datos; el primer grupo conformado por la variable potencial creativo y los elementos que le constituyen (flexibilidad, originalidad, fluidez y elaboración). El segundo grupo conformado por las gráficas que correlacionan estilo cognitivo (PFE) y potencial creativo con sus elementos constituyentes.

En el primer grupo, la observación revela que para el conjunto de datos de las gráficas correspondientes al elemento flexibilidad el comportamiento de los datos en su disposición es lineal ascendente; en particular (flexibilidad vs fluidez) y (flexibilidad vs potencial creativo). Para las demás gráficas de este primer grupo (flexibilidad vs originalidad) y (flexibilidad vs elaboración) el comportamiento de los datos es aproximadamente lineal igualmente ascendente. En todas las gráficas de este primer grupo denota una importante correlación positiva ascendente entre las variables coincidentes con los elementos constitutivos del potencial creativo tomado desde Torrence; es así como la correlación entre fluidez, elaboración, flexibilidad, originalidad y el potencial creativo general es significativa, con valores superiores que varían entre ($0.762 < r < 0.961$).

El segundo grupo conformado por las gráficas de dispersión que correlacionan estilo cognitivo (eft) y potencial creativo con sus elementos constituyentes, se observa que el comportamiento de los datos en relación con su agrupamiento presenta una importante dispersión. Adicional a ello, la curva de regresión indica que en las gráficas (eft vs elaboración), (eft vs originalidad), (eft vs fluidez), (eft vs flexibilidad) y (eft vs potencial creativo) los datos mantiene una tendencia horizontal denotando una baja correlación.

El tercer análisis correlacional propuesto considera las variables habilidad espacial y potencial creativo cada uno con sus elementos. Los resultados indican que no hay correlación entre la habilidad espacial y el potencial creativo, tampoco se encontró valores significativos entre los elementos que componen estas variables ($p > 0.05$). Este resultado va en contravía al marco teórico desarrollado y las hipótesis planteadas en el estudio. Sin embargo, la evidencia a nivel documental es importante, por lo tanto, los investigadores consideran pertinente abordar esta particularidad en estudios posteriores.



* --- Curva de regresión basada en los puntos. Ofrece una idea de la clase funcional más eficiente bajo el criterio de mínimos cuadrados.

Figura 14. Matriz de dispersión con BoxPlot: EFT/elaboración/flexibilidad/fluidez/originalidad/potencialc.

Fuente: Diseño Propio.

Tabla 15.

Correlación Potencial Creativo /habilidades espaciales.

		MRT	PSVT	Potencial C
MRT	Correlación de Pearson	1	,363**	,021
	Sig. (bilateral)		,000	,771
	N	197	197	197
PSVT	Correlación de Pearson	,363**	1	,049
	Sig. (bilateral)	,000		,491
	N	197	197	197
Potencial C	Correlación de Pearson	,021	,049	1
	Sig. (bilateral)	,771	,491	
	N	197	197	197

***La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral)*

Fuente: Elaboración propia.

Diferencias significativas entre grupos (ANOVA)

Es de interés particular en esta investigación analizar el comportamiento de los diferentes grupos de estilo cognitivo (IC, INT, DC) respecto a las variables potencial creativo, habilidades espaciales, logro de aprendizaje y los indicadores de comportamiento en el ambiente de aprendizaje ROBOT IN TROUBLES. Para ello se realizan análisis ANOVA con la intención de detectar diferencias significativas entre los grupos, posteriormente se realiza un post hoc, con el fin de explorar aquellas diferencias entre los grupos con mayor detalle.

El diseño de investigación sugiere 6 grupos experimentales, los factores que los determinan son el estilo cognitivo (IC, INT, DC) y el ambiente de aprendizaje con las 2 versiones de juego (1° y 3° persona). Los participantes fueron clasificados según su estilo cognitivo a partir de la estimación de terciles y posteriormente asignados aleatoriamente a una de las versiones del ambiente. Los grupos quedaron conformados según explicita la Tabla 16.

Tabla 16.
Grupos experimentales.

<i>Grupo</i>	<i>Tercil</i>	<i>Estilo Cognitivo</i>	<i>Versión Ambiente</i>	<i>Número participantes</i>
<i>Grupo 0</i>	3 – 99.9%	IC	1° Persona	34
<i>Grupo 1</i>	3 – 99.9%	IC	3° Persona	34
<i>Grupo 2</i>	2 – 66.6%	INT	1° Persona	33
<i>Grupo 3</i>	2 – 66.6%	INT	3° Persona	32
<i>Grupo 4</i>	1 – 33.3%	DC	1° Persona	34
<i>Grupo 5</i>	1 – 33.3%	DC	3° Persona	32

Fuente: Elaboración propia.

Para el análisis ANOVA se toma como factor el estilo cognitivo, es decir, se agrupan los resultados de los grupos [0-1] IC, [2-3] INT, [4-5] DC. La primera variable dependiente analizada es el estilo cognitivo. (Ver Tabla 17.) El resultado del ANOVA indica que existen diferencias significativas por lo menos en dos de los grupos que componen la muestra ($F=8.085$, $p=0.000$), por consiguiente, se procede a realizar el post hoc. (Ver Tabla 18.)

Tabla 17.

ANOVA Potencial C.

	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>gl</i>	<i>Media cuadrática</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
<i>Entre grupos</i>	45147,076	2	22573,538	8,085	,000
<i>Dentro de grupos</i>	547231,688	196	2791,998		
<i>Total</i>	592378,764	198			

Fuente: *Elaboración propia.*

Tabla 18.

Post Hoc Potencial C.

(I) Cognitivo	(J) Cognitivo	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
IC	INT	6,8719	9,1658	1,000	-15,261	29,005
	DC	34,7897*	9,1303	,001	12,743	56,837
INT	IC	-6,8719	9,1658	1,000	-29,005	15,261
	DC	27,9177*	9,2335	,008	5,622	50,214
DC	IC	-34,7897*	9,1303	,001	-56,837	-12,743
	INT	-27,9177*	9,2335	,008	-50,214	-5,622

Bonferroni

*La diferencia de medias es significativa en el 0,05.

Fuente: *Elaboración propia.*

El post hoc indica que existe una diferencia significativa en el potencial creativo entre los grupos IC y DC a favor de IC (Diferencia = 34.7897) y entre los grupos INT y DC a favor de INT (Diferencia = 27.9177). Gráficamente se puede observar este comportamiento en el Anexo 6. Este resultado implica en términos generales, que los puntajes obtenidos por los participantes de los grupos IC e INT son sensiblemente superiores a los del grupo DC, las implicaciones de este resultado se abordan en el siguiente capítulo.

Al establecerse estos resultados, es pertinente analizar en detalle los elementos que componen el potencial creativo, la Tabla 19. muestra el resultado del ANOVA para los cuatro elementos.

Tabla 19.

Anova elementos Potencial Creativo

		<i>Suma de cuadrados</i>	<i>gl</i>	<i>Media cuadrática</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
<i>flexibilidad</i>	Entre grupos	1485,621	2	742,811	8,244	,000
	Dentro de grupos	17660,328	196	90,104		
	Total	19145,950	198			
<i>originalidad</i>	Entre grupos	10577,369	2	5288,685	7,847	,001
	Dentro de grupos	132105,505	196	674,008		
	Total	142682,874	198			
<i>fluidez</i>	Entre grupos	949,630	2	474,815	5,422	,005
	Dentro de grupos	17162,582	196	87,564		
	Total	18112,211	198			
<i>elaboracion</i>	Entre grupos	1499,388	2	749,694	7,798	,001
	Dentro de grupos	18843,376	196	96,140		
	Total	20342,764	198			

p = *Sig.*

Fuente: *Elaboración propia.*

Existe diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los grupos IC, INT y DC en los cuatro elementos que componen el potencial creativo. Para comprender en detalle esta situación se realiza el análisis post hoc correspondiente. (Ver Tabla 20.)

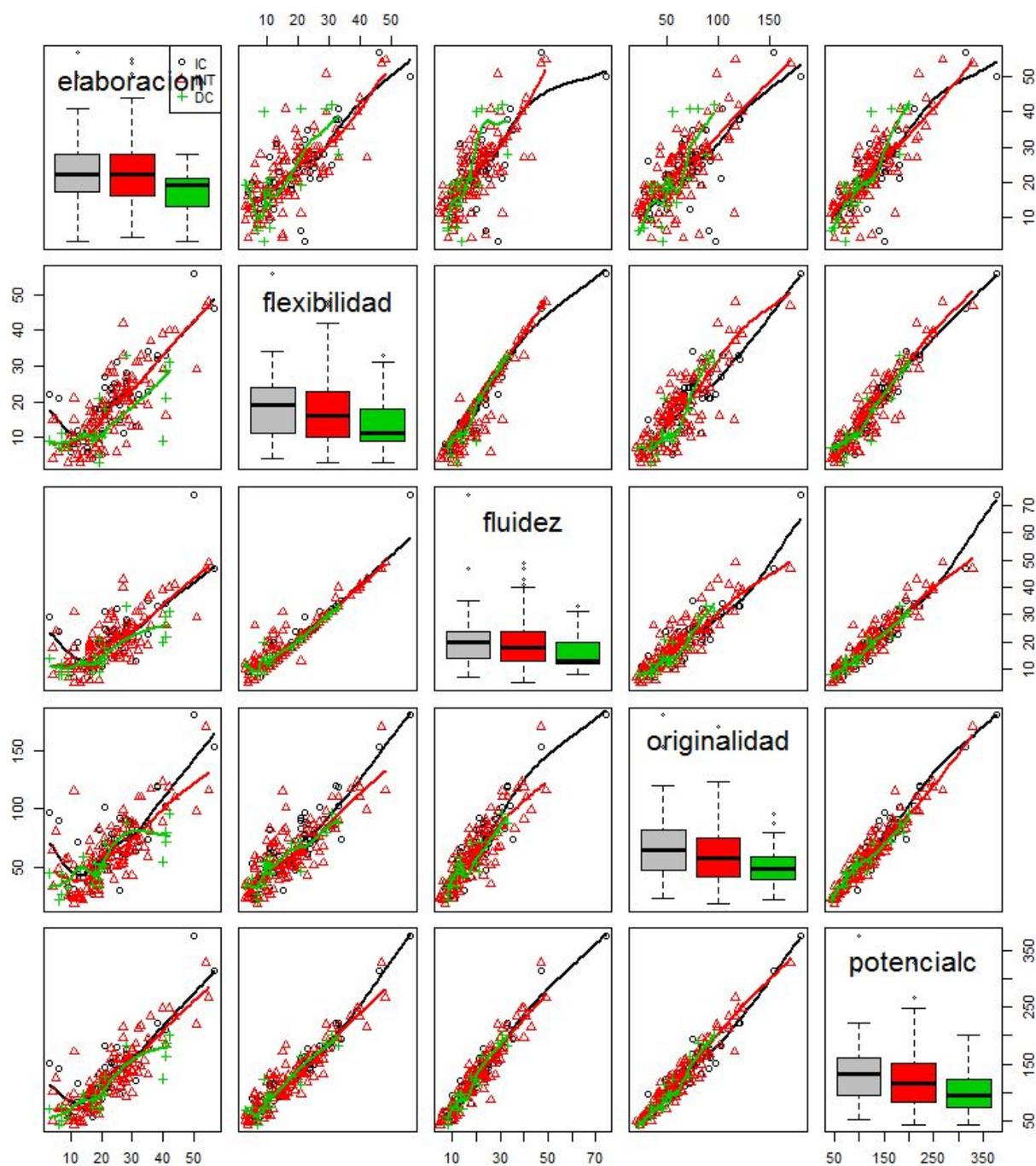
El análisis post hoc revela diferencias significativas a favor del grupo IC respecto a DC en los elementos: flexibilidad [diferencia = 5.898], originalidad [diferencia = 17.662], fluidez [diferencia = 5.057] y elaboración [diferencia = 4.792] y del grupo INT respecto a DC en: flexibilidad [5.700], fluidez [diferencia = 4.024] y elaboración [6.517]. Si bien el coeficiente de correlación encontrado entre el estilo cognitivo y el potencial creativo es débil ($r = 0.220$), este análisis muestra que existe diferencias entre los diferentes estilos y los participantes cuyo estilo cognitivo es IC o INT tienen un mejor rendimiento en el TTCT.

Tabla 20. Comparaciones múltiples.

Variable dependiente	(D) Cognitivo	(J) Cognitivo	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
flexibilidad	IC	INT	,198	1,647	,1000	-3,78	4,17
		DC	5,898*	1,640	,001	1,94	9,86
	INT	IC	-,198	1,647	,1000	-4,17	3,78
		DC	5,700*	1,659	,002	1,69	9,71
	DC	IC	-5,898*	1,640	,001	-9,86	-1,94
		INT	-5,700*	1,659	,002	-9,71	-1,69
originalidad	IC	INT	6,977	4,503	,369	-3,90	17,85
		DC	17,662*	4,486	,000	6,83	28,49
	INT	IC	-6,977	4,503	,369	-17,85	3,90
		DC	10,685	4,537	,059	-,27	21,64
	DC	IC	-17,662*	4,486	,000	-28,49	-6,83
		INT	-10,685	4,537	,059	-21,64	-,27
fluidez	IC	INT	1,034	1,623	,1000	-2,89	4,95
		DC	5,057*	1,617	,006	1,15	8,96
	INT	IC	-1,034	1,623	,1000	-4,95	2,89
		DC	4,024*	1,635	,044	,08	7,97
	DC	IC	-5,057*	1,617	,006	-8,96	-1,15
		INT	-4,024*	1,635	,044	-7,97	-,08
elaboración	IC	INT	-1,725	1,701	,935	-5,83	2,38
		DC	4,792*	1,694	,015	,70	8,88
	INT	IC	1,725	1,701	,935	-2,38	5,83
		DC	6,517*	1,713	,001	2,38	10,65
	DC	IC	-4,792*	1,694	,015	-8,88	-,70
		INT	-6,517*	1,713	,001	-10,65	-2,38

* La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Nota: Método de ajuste Bonferroni. Fuente: Elaboración Propia



*o: IC; Δ :INT; +:DC

--- Curva de regresión basada en los puntos.

Figura 15. Matriz de dispersión con BoxPlot: elaboración/flexibilidad/fluidez/originalidad/potencial.

Fuente: Diseño Propio.

Paso seguido, la habilidad espacial (MRT - PSVT) y el estilo cognitivo se analiza a través de ANOVA, con el que se encuentran diferencias significativas entre los grupos (MRT: $F = 3.127$, $p=0.042$; PSVT: $F = 9.394$, $p = 0.00$) (Ver Tabla 21). Para comprender a profundidad cómo son estas diferencias se realiza el análisis Post Hoc (Ver Tabla 22).

Tabla 21.

ANOVA Habilidades espaciales.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
MRT	Entre grupos	291,528	2	145,764	3,217	,042
	Dentro de grupos	8881,316	196	45,313		
	Total	9172,844	198			
PSVT	Entre grupos	570,223	2	285,111	9,394	,000
	Dentro de grupos	5948,742	196	30,351		
	Total	6518,965	198			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22.

Post Hoc Habilidades espaciales.

Variable dependiente	(I) Cognitivo	(J) Cognitivo	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Limite inferior	Limite superior
MRT	IC	INT	,678	1,168	1,000	-2,14	3,50
		DC	2,834*	1,163	,047	,03	5,64
	INT	IC	-,678	1,168	1,000	-3,50	2,14
		DC	2,156	1,176	,205	-,68	5,00
	DC	IC	-2,834*	1,163	,047	-5,64	-,03
		INT	-2,156	1,176	,205	-5,00	,68
PSVT	IC	INT	2,222	,956	,063	-,09	4,53
		DC	4,120*	,952	,000	1,82	6,42
	INT	IC	-2,222	,956	,063	-4,53	,09
		DC	1,899	,963	,150	-,43	4,22
	DC	IC	-4,120*	,952	,000	-6,42	-1,82
		INT	-1,899	,963	,150	-4,22	,43

*La diferencia de medias es significativa en el nivel 0,05.

Fuente: Elaboración propia.

El análisis post hoc indica diferencias significativas a favor del grupo IC respecto a DC en la rotación mental y visualización espacial: MRT [diferencia = 2.834], PSVT [diferencia = 4.120]. Agregando estos resultados a los obtenidos en el ANOVA realizado con

el potencial creativo, es claro que existe una tendencia en el comportamiento de los grupos; esto será sujeto de análisis en el próximo capítulo.

Para la estimación del comportamiento de los usuarios en las dinámicas de interacción con el ambiente de aprendizaje ROBOT IN TROUBLES, se eligieron dos elementos de análisis: *Tiempo_total* y *Ayuda*.

El primero se entiende como la cantidad de segundos utilizados por el jugador durante un intento de resolución de nivel; el intento termina cuando la vida del personaje controlado por el jugador llega a cero o cuando el personaje logra escapar del cubo de vidrio, y por ende superar el nivel de juego, para este caso se afirma que el jugador alcanzó el logro de aprendizaje.

Ayuda se asume como la sumatoria de ocasiones en la que el usuario acude al ícono de asistencia que ofrece la interfaz de juego del ambiente de aprendizaje. En él se visualiza información pertinente relacionada con el objetivo del nivel o la superación de dificultades específicas; todo ello apuntando hacia el logro de aprendizaje. *Ayuda* y *Tiempo_total* son importantes para esta investigación dado que reflejan parte de las estrategias implementadas por el usuario en pro de resolver el problema planteado a través del ambiente de aprendizaje.

En este sentido y dado que los usuarios fueron agrupados por su estilo cognitivo, es del interés de los investigadores de este estudio, indagar sobre las diferencias que puedan existir entre los grupos IC, INT, DC en el entrenamiento con el ambiente de aprendizaje R&T. En atención a lo anterior, los resultados arrojados por análisis ANOVA indican la existencia de diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los factores utilizados (IC, INT, DC) (Ver Tabla 23.). Por lo tanto, siguiendo la estructura presentada para los casos ya mencionados, se realiza un análisis post hoc. Los resultados se condensan en la (Tabla 24.).

Tabla 23.

ANOVA Elementos Ambiente de Aprendizaje.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tiempo_Total	Entre grupos	49107,153	2	24553,577	2,991	,050
	Dentro de grupos	31441426,444	3830	8209,250		
	Total	31490533,597	3832			
Ayuda	Entre grupos	3148,630	2	1574,315	44,173	,000
	Dentro de grupos	136500,360	3830	35,640		
	Total	139648,990	3832			

Fuente: Elaboración propia.

El análisis post hoc revela la existencia de diferencia significativa a favor del grupo IC frente al DC en los elementos Tiempo_total [diferencia = 8.359] y Ayuda [diferencia = 2.020]. Así mismo, se encuentra diferencias significativas a favor del grupo INT frente al DC en el elemento Ayuda [diferencia = 1.813].

Estos resultados permiten hacer una aproximación a las estrategias de resolución utilizadas por los usuarios en la dinámicas de juego e interacción con el ambiente de aprendizaje. Adicional a ello, facilita la descripción del uso que le dan los jugadores a los recursos con los que cuentan para alcanzar el logro de aprendizaje.

Tabla 24.

Post Hoc Elementos Ambiente de aprendizaje.

Variable dependiente	(I) Estilo	(J) Estilo	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
Tiempo_Total	IC	INT	4,950	3,615	,513	-3,71	13,61
		DC	8,359*	3,462	,047	,07	16,65
	INT	IC	-4,950	3,615	,513	-13,61	3,71
		DC	3,409	3,811	1,000	-5,72	12,54
	DC	IC	-8,359*	3,462	,047	-16,65	-,07
		INT	-3,409	3,811	1,000	-12,54	5,72
Ayuda	IC	INT	,207	,238	1,000	-,36	,78
		DC	2,020*	,228	,000	1,47	2,57
	INT	IC	-,207	,238	1,000	-,78	,36
		DC	1,813*	,251	,000	1,21	2,41
	DC	IC	-2,020*	,228	,000	-2,57	-1,47
		INT	-1,813*	,251	,000	-2,41	-1,21

*La diferencia de medias es significativa en el nivel 0,05.

Fuente: Elaboración propia.

Análisis estadístico del juego.

El ambiente de aprendizaje R&T está diseñado para entrenar las habilidades espaciales a partir de la resolución de problemas débilmente estructurados en un escenario digital en el que haciendo uso del lenguaje y estructura conceptual del videojuego ofrece una experiencia inmersiva en un espacio tridimensional. Para la comprensión de las dinámicas de comportamiento de los usuarios dentro del ambiente de aprendizaje, los investigadores proponen dos elementos adicionales que, junto a Ayuda y Tiempo_total permiten caracterizar el logro de aprendizaje.

En atención a lo anterior, se proponen la *eficiencia* y *eficacia*; la primera define la razón entre la cantidad de eventos exitosos (logro de aprendizaje o en términos de juego: pasar de nivel) y el total de eventos. La segunda, *eficacia*, define la razón entre la cantidad de eventos exitosos y el tiempo total. El resultado de estos cálculos es un índice entre 0 y 1 donde 1 representa 100%.

$$eficacia = \frac{\# \text{ eventos exitosos}}{\text{total eventos}} \qquad eficiencia = \frac{\# \text{ eventos exitosos}}{\text{Tiempo total}}$$

La Figura 16. muestra el comportamiento de los eventos de juego, las barras comparan 2 datos por cada nivel y cada grupo experimental: Total eventos y Eventos exitosos. Sobresale los valores para el nivel 1 en los grupos IC – 1° persona, INT – 3° persona y DC – 3° persona, es claro que a medida que aumenta el nivel disminuye el número de intentos totales en todos los grupos, lo cual se explica por medio del aumento de complejidad en los diferentes niveles. Adicionalmente, se observa que los grupos 3° persona logran llegar más lejos en el logro de aprendizaje (nivel 4 para los grupos INT – 3° y DC – 3°, nivel 5 para IC - 3°) comparados a los grupos 1° persona (nivel 3 para los grupos INT – 1° y DC – 1°, nivel 4 para IC – 1°).

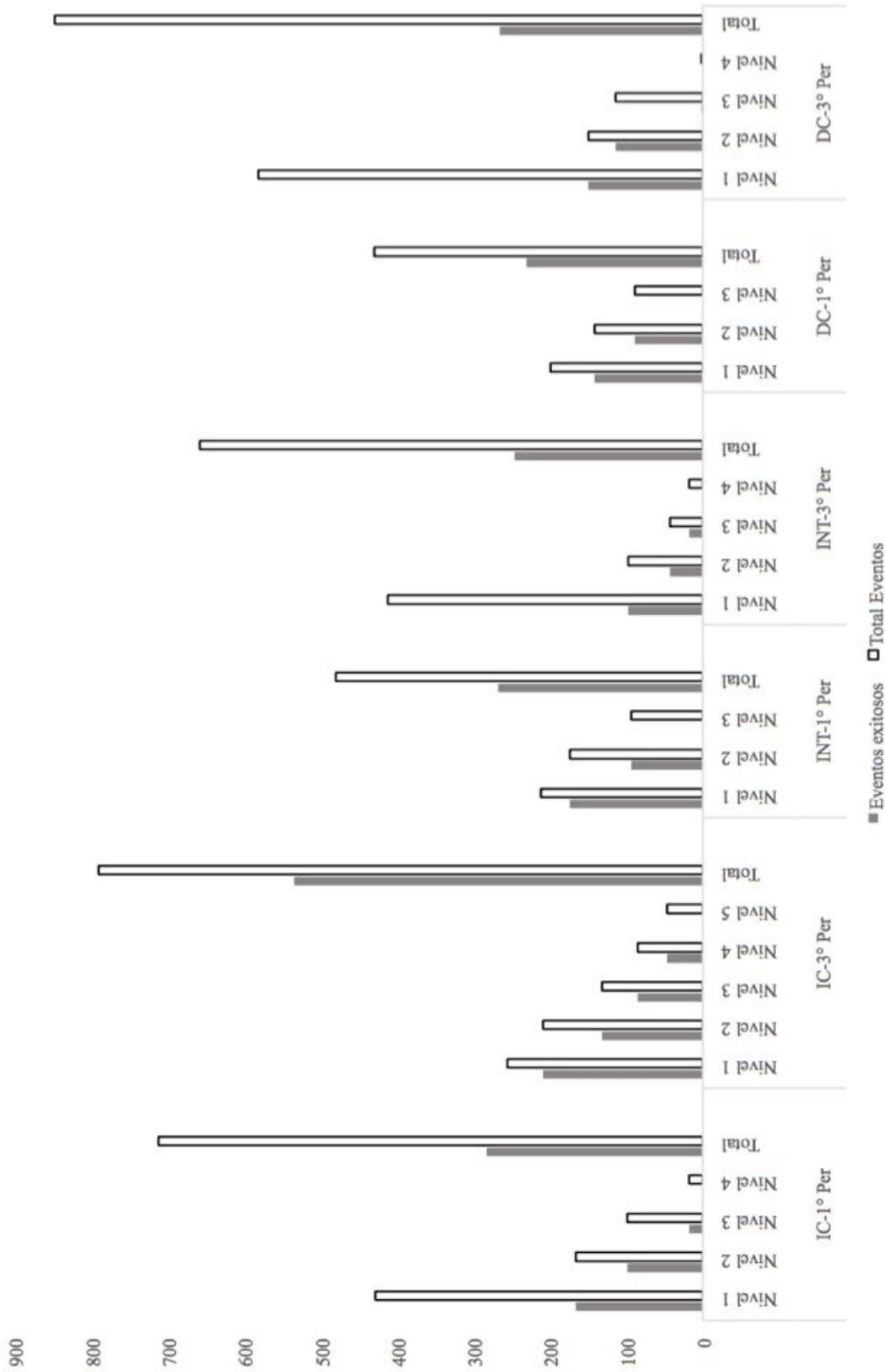


Figura 16. Eventos Totales-Eventos Exitosos./Grupos y Niveles.

Fuente: Diseño Propio.

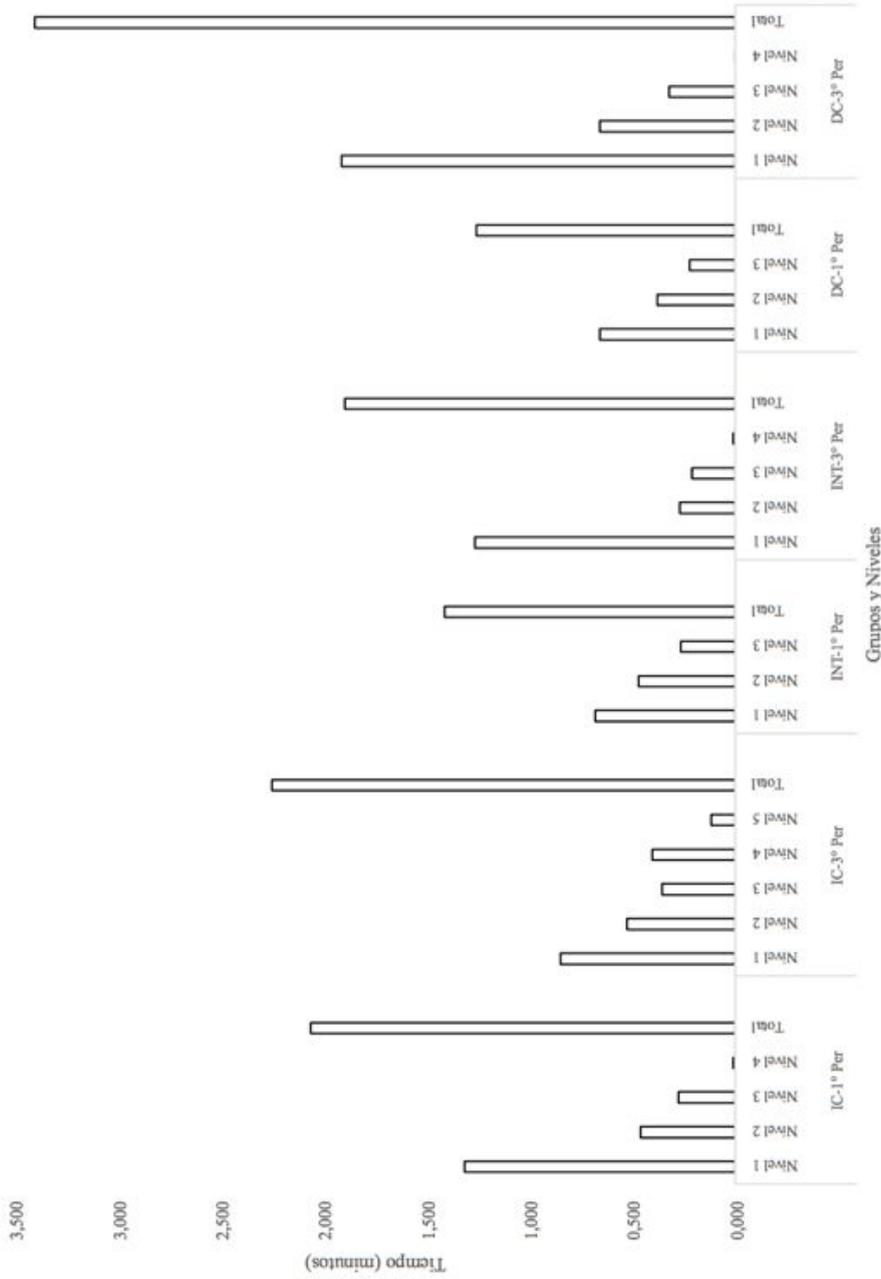


Figura 17. Tiempo./Grupos y niveles. Fuente: Diseño Propio.

La Figura 17. indica el comportamiento del elemento tiempo total en los diferentes niveles y grupos del juego con los respectivos totales. Resalta que el grupo DC – 3º persona, tiene un tiempo total sensiblemente mayor con respecto a los demás grupos. Adicionalmente, al aumentar el nivel disminuye el tiempo de juego, lo cual concuerda con la cantidad de eventos por nivel, los cuales también tienen el mismo comportamiento.

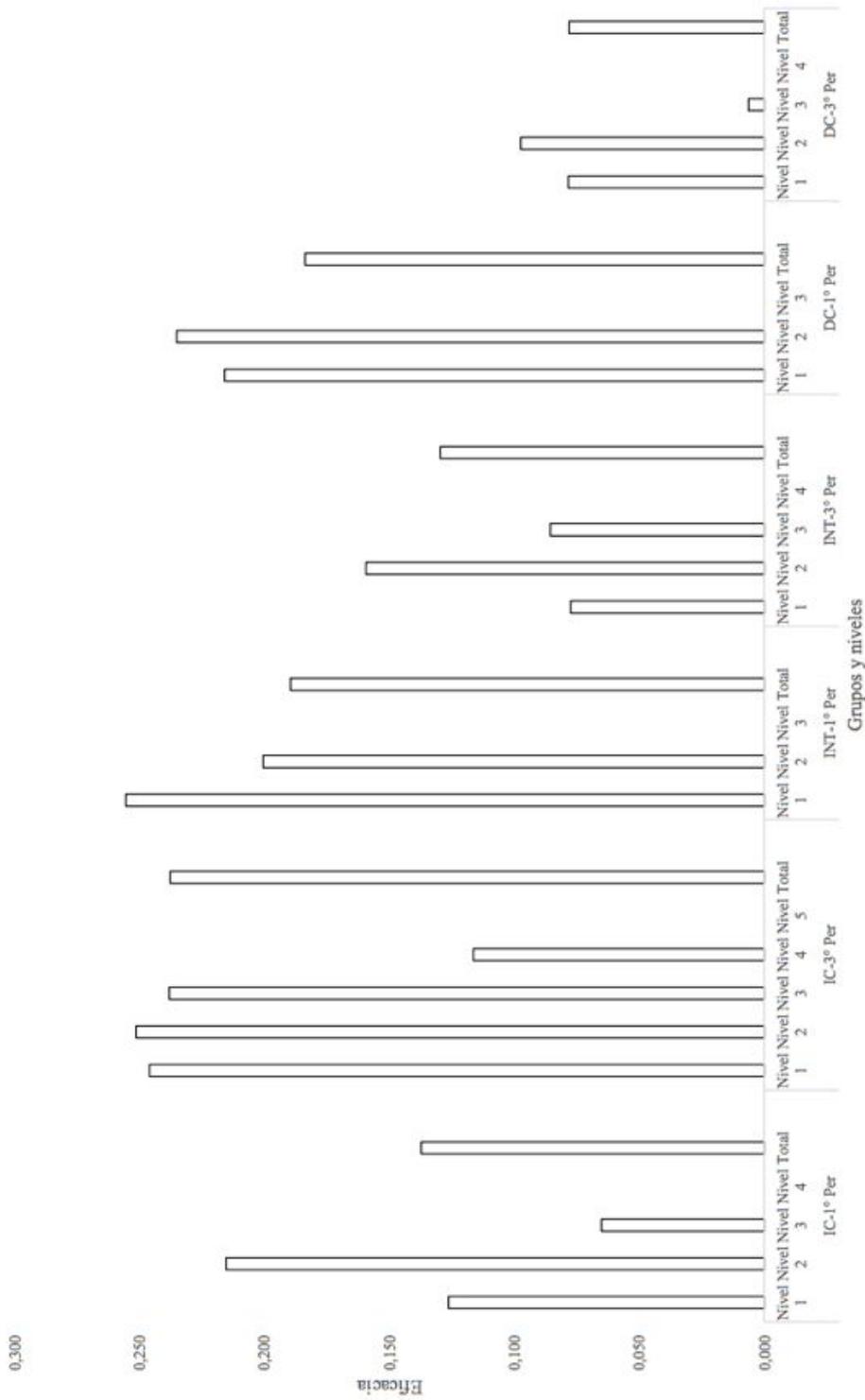


Figura 18. Eficacia./Grupos y niveles. Fuente: Diseño Propio.

La Figura 18. revela la eficacia en cada nivel y por cada grupo experimental. la eficacia en términos generales disminuye en los grupos 3º persona con un valor máximo en el grupo IC y disminuyendo en el grupo INT y con valor mínimo en el grupo DC. En 1º persona, el valor más alto en el grupo INT, seguido del grupo DC y el valor mínimo en el grupo IC. En cuanto a los valores totales de eficacia por grupo el mayor valor lo reporta el grupo IC - 3º, seguido por INT - 1º, DC - 1º, IC - 1º, INT - 3º y el valor mínimo lo reporta DC - 3º.

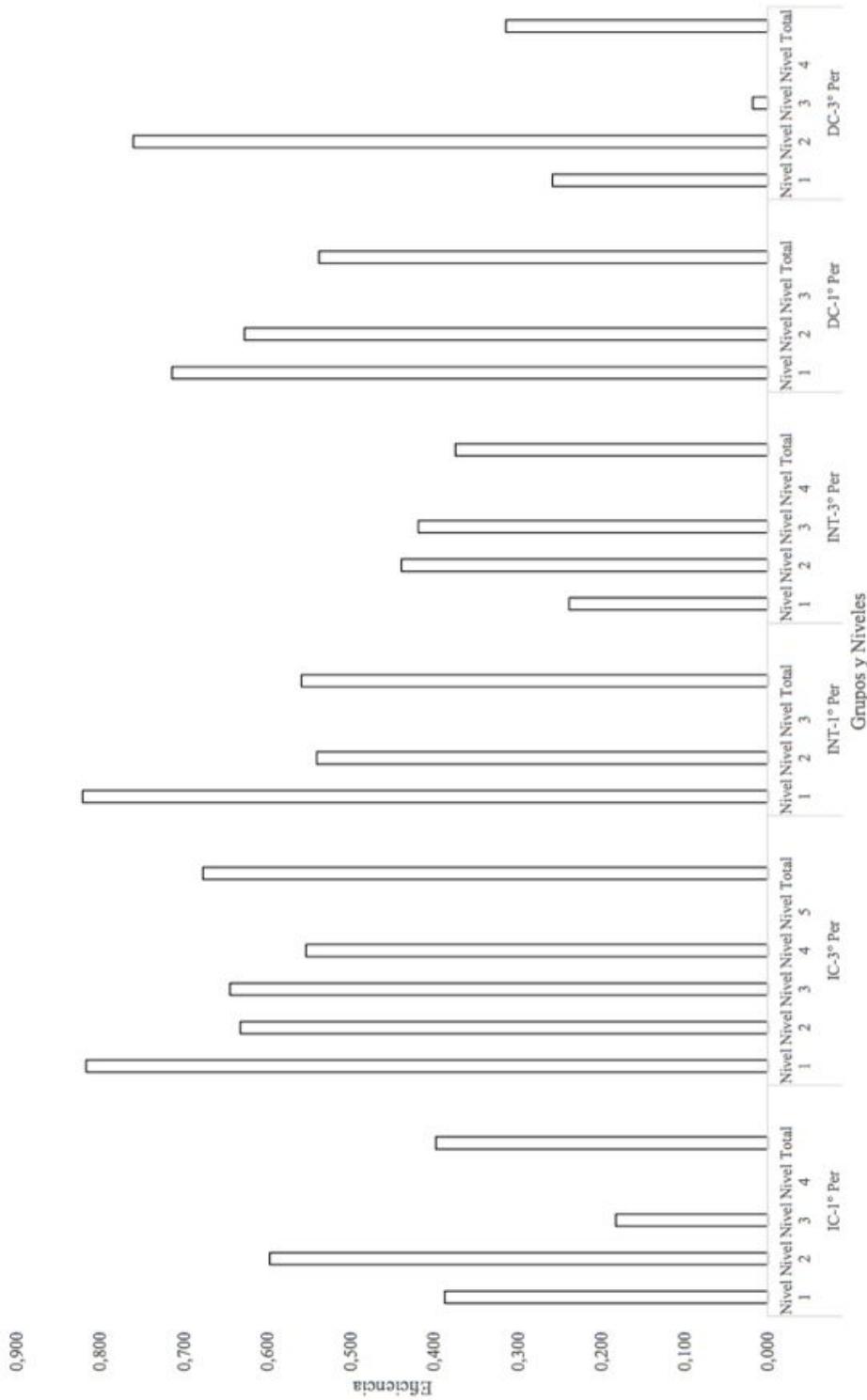


Figura 19. Eficacia./Grupos y niveles. Fuente: Diseño Propio.

La Figura 19. muestra la eficiencia de cada nivel y de cada grupo. En los grupos IC los valores son mayores en la versión 3° para todos los niveles y el total a diferencia de los grupos INT donde los mayores valores intra nivel son reportados en la versión 1° al igual que en los grupos DC, con la salvedad del nivel 2, donde el grupo DC – 3° tiene un valor superior al del grupo DC – 1°, en cuanto a los totales, el mayor valor lo reporta el grupo IC – 3°, seguido por INT – 1°, IC – 1°, INT – 3°, DC – 3° y el valor mínimo lo reporta DC – 1°.

Las Tablas 25, 26, 27, 28 29 y 30 muestra en resumen los cálculos de eficiencia y eficacia para cada uno de los grupos experimentales, incluye además los valores para los elementos: Tiempo_total, Total eventos por nivel y Eventos exitosos.

Tabla 25.

Eficiencia-Eficacia grupo 0 IC-1° Persona.

	<i>Eventos exitosos</i>	<i>Total eventos</i>	<i>Tiempo Total</i>	<i>Eficiencia</i>	<i>Eficacia</i>
<i>Nivel 1</i>	166	429	1315,017	0,387	0,126
<i>Nivel 2</i>	99	166	459,867	0,596	0,215
<i>Nivel 3</i>	18	99	276,683	0,182	0,065
<i>Nivel 4</i>	0	18	10,900	0,000	0,000
<i>Total</i>	283	712	2062,467	0,397	0,137

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 26.

Eficiencia-Eficacia grupo 1 IC-3° Persona.

	<i>Eventos exitosos</i>	<i>Total eventos</i>	<i>Tiempo Total</i>	<i>Eficiencia</i>	<i>Eficacia</i>
<i>Nivel 1</i>	209	256	849,550	0,816	0,246
<i>Nivel 2</i>	132	209	525,217	0,632	0,251
<i>Nivel 3</i>	85	132	355,967	0,644	0,238
<i>Nivel 4</i>	47	85	403,717	0,553	0,116
<i>Nivel 5</i>	0	47	117,150	0,000	0,000
<i>Total</i>	535	791	2251,600	0,676	0,238

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27.

Eficiencia-Eficacia grupo 2 INT-1° Persona.

	<i>Eventos exitosos</i>	<i>Total eventos</i>	<i>Tiempo Total</i>	<i>Eficiencia</i>	<i>Eficacia</i>
<i>Nivel 1</i>	174	212	681,217	0,821	0,255
<i>Nivel 2</i>	94	174	468,733	0,540	0,201
<i>Nivel 3</i>	0	94	263,633	0,000	0,000
<i>Total</i>	268	480	1413,583	0,558	0,190

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 28.

Eficiencia-Eficacia grupo 3 INT-3° Persona.

	<i>Eventos exitosos</i>	<i>Total eventos</i>	<i>Tiempo Total</i>	<i>Eficiencia</i>	<i>Eficacia</i>
<i>Nivel 1</i>	98	412	1264,850	0,238	0,077
<i>Nivel 2</i>	43	98	269,800	0,439	0,159
<i>Nivel 3</i>	18	43	210,200	0,419	0,086
<i>Nivel 4</i>	0	18	10,900	0,000	0,000
<i>Total</i>	246	658	1898,500	0,374	0,130

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 29.

Eficiencia-Eficacia grupo 4 DC-1° Persona.

	<i>Eventos exitosos</i>	<i>Total eventos</i>	<i>Tiempo Total</i>	<i>Eficiencia</i>	<i>Eficacia</i>
<i>Nivel 1</i>	142	199	657,783	0,714	0,216
<i>Nivel 2</i>	89	142	378,517	0,627	0,235
<i>Nivel 3</i>	0	89	221,300	0,000	0,000
<i>Total</i>	231	430	1257,600	0,537	0,184

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 30.

Eficiencia-Eficacia grupo 5 DC-3° Persona.

	<i>Eventos exitosos</i>	<i>Total eventos</i>	<i>Tiempo Total</i>	<i>Eficiencia</i>	<i>Eficacia</i>
<i>Nivel 1</i>	150	582	1912,450	0,258	0,078
<i>Nivel 2</i>	114	150	658,540	0,760	0,097
<i>Nivel 3</i>	2	114	321,050	0,018	0,006
<i>Nivel 4</i>	0	2	1,550	0,000	0,000
<i>Total</i>	266	848	3405,833	0,314	0,078

Fuente: Elaboración propia.

Limitaciones del estudio

Existen varias limitaciones que deben ser discutidas: El presente estudio focaliza el potencial creativo divergente tomado a través del TTCT; sin embargo para estudios posteriores quizá sea conveniente aplicar dos instrumentos de medida que abarquen un mayor espectro de la dimensión creativa de la población analizada.

La muestra es relativamente pequeña, $N = 197$ sujetos los cuales pertenecen al ciclo de media técnica con habilidades específicas en los sistemas de proyección ortogonal e isométrica. Se sugiere para estudios posteriores ampliar la población de análisis N , y no circunscribirla a instituciones técnicas o con énfasis técnicos.

El estudio explora e identifica las habilidades espaciales como elemento influyente en el potencial creativo; relacionándolo con el estilo cognitivo a través del ambiente de aprendizaje R&T. Si bien esto se hizo para limitar el alcance del estudio; las investigaciones recientes apuntan a que la creatividad como constructo posee muchas más influencias. En este sentido, se recomienda incluir -para futuras investigaciones- más dimensiones creativas y analizar su comportamiento en su totalidad.

Los instrumentos seleccionados tienen validez y fiabilidad aceptables. Sin embargo, se observó resistencia en el desarrollo de la prueba que mide la habilidad espacial con el MRT; por ello sería conveniente ajustar la prueba mencionada e incluir otro instrumento que permita medir otras dimensiones de la habilidad espacial.

Por último, el alcance de la presente investigación no se extiende al desarrollo de una medida específica del potencial creativo, ni tampoco tienen por objeto evaluar la producción creativa de los estudiantes; no obstante, el estudio longitudinal de la producción creativa en su procesos de formación pueda aportar valiosa información con respecto a esta dimensión.

CAPÍTULO CUATRO: RESULTADOS

El propósito de este estudio consiste en explorar la relación entre las variables habilidades espaciales, estilo cognitivo y potencial creativo; para tal fin es necesario contrastar las hipótesis planteadas con los resultados de los análisis y el desarrollo del marco teórico expuesto. En este capítulo se revisan cada una de las hipótesis sobre las cuales se basa esta investigación, adicionalmente, se exponen los hallazgos en función de las variables estudiadas, así como sus implicaciones y proyecciones hacia estados futuros de la presente investigación.

Hipótesis Uno

H1: Se espera encontrar en los sujetos con estilo cognitivo intermedio de campo un alto potencial creativo.

Los resultados de correlación entre el estilo cognitivo y el potencial creativo, indican una relación de $r=0.220$ positiva y débil. Por otra parte, el estudio ANOVA revela que existen diferencias significativas entre los grupos IC, INT y DC a favor de IC e INT respecto a DC, pero no se reporta diferencia significativa entre IC e INT.

En función a estos resultados, es posible afirmar que los sujetos con mayor puntaje en las medidas de estilo cognitivo tomadas a través del test de figuras enmascaradas (EFT) muestran mayor rendimiento en el potencial creativo a partir de las mediciones tomadas con el test de pensamiento creativo de Torrance (TTCT).

No obstante, en cuanto al objeto central de esta hipótesis referida a el comportamiento del grupo INT, el cual se esperaba tuviera un rendimiento superior en la prueba TTCT respecto a los grupos IC y DC; la información recolectada y los análisis desarrollados no la

confirman. Por lo tanto no es posible afirmar que los sujetos con puntaje en la EFT en el rango [18 - 35] tengan un rendimiento superior en el TTCT.

Sin embargo, existe información que sugiere no rechazar completamente esta hipótesis; dado que, si bien es cierto que el coeficiente de determinación (r^2) referido al potencial creativo $r^2= 0,048$ y que por lo tanto la correlación entre EFT y TTCT es débil; el análisis de dispersión (Figura 20.) revela que el 50% de los datos (demarcados por el elipsoide) se encuentran en el rango [22-38] del EFT y en un rango medio, respecto a los valores del TTCT. Adicionalmente, en este rango la curva de estimación de modelo indica que la relación entre estos datos no se ajusta a un modelo lineal; no obstante es monotonía en la región señalada.

Se ha expuesto en esta investigación el carácter multidimensional del potencial creativo Amabile (1996), Dietrich (2004), Guilford (1984), Sternberg & Lubart (1996) por ello, es de esperar que los resultados obtenidos a partir de análisis de correspondencia lineal entre solo dos variables indique una débil correlación entre estas.

En este sentido analizar las relación entre estilo cognitivo y potencial creativo a la luz de métodos estadísticos de mayor complejidad como el análisis multivariante por componente y agrupaciones de cluster, ecuaciones estructurales o redes neuronales pueden contribuir a una mejor descripción entre las variables.

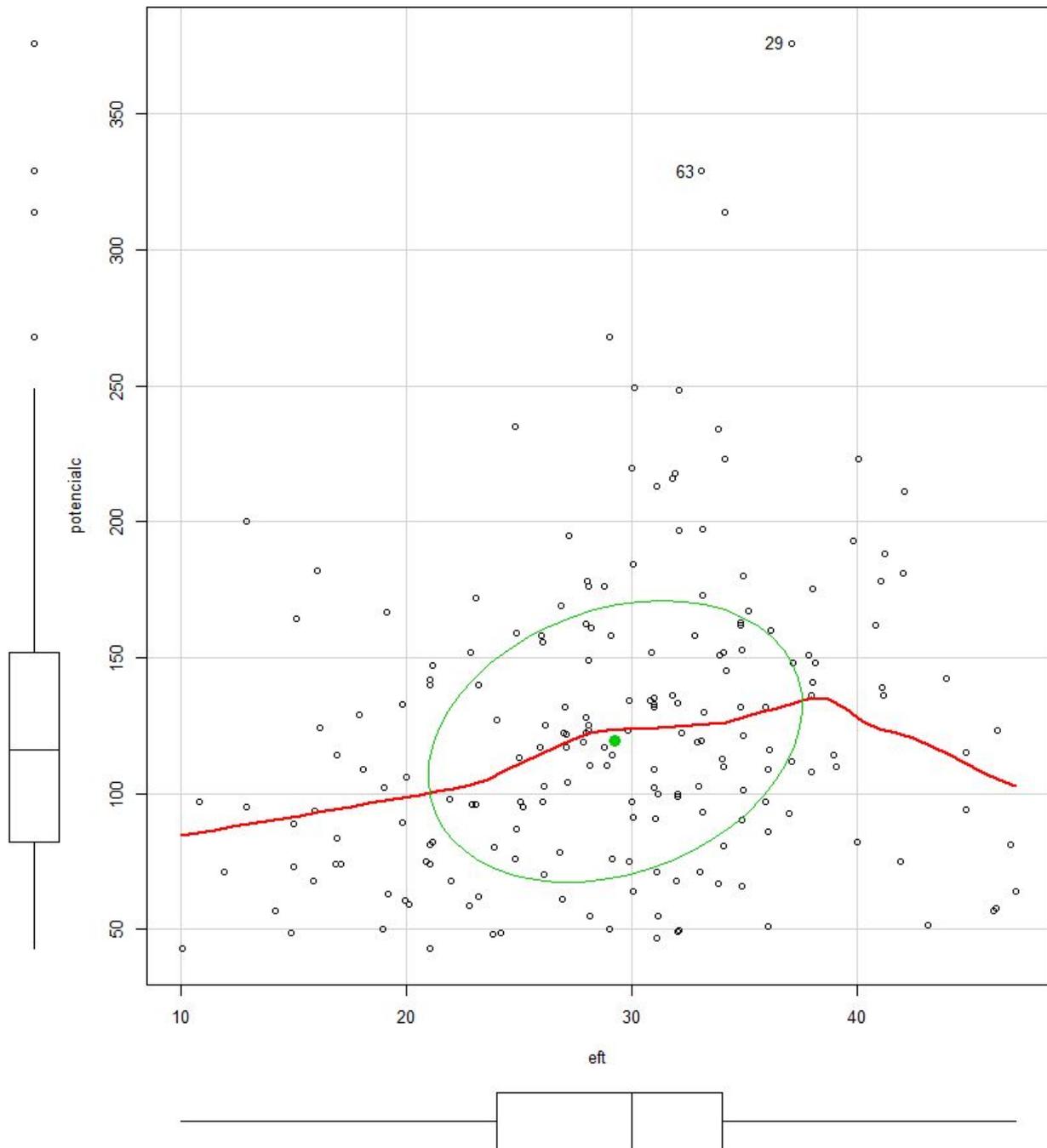


Figura 20. Diagrama de dispersión. Estilo Cognitivo / Potencial creativo.
El elipsoide demarca la concentración del 50% de los datos; la línea de color muestra el modelo de ajuste más apropiado para la dispersión.
Fuente: Diseño Propio.

Hipótesis Dos

H2: Se espera que el ambiente de aprendizaje ROBOT IN TROUBLES, evidencie las habilidades espaciales dirigidas a la solución de problemas débilmente estructurados.

El ambiente de aprendizaje ROBOT IN TROUBLE está diseñado a partir de las dinámicas y narrativas del videojuego para entrenar las habilidades espaciales tridimensionales de rotación - visualización y el potencial creativo a partir de la resolución de problemas débilmente estructurados, característica fundamental en los problemas que exigen soluciones creativas.

En el análisis realizado del ambiente de aprendizaje se determinan dos indicadores para explorar las dinámicas de interacción de los usuarios: la eficacia y la eficiencia. La eficiencia es un coeficiente que indica la razón entre el número de intentos y la cantidad de intentos exitosos (o en términos de videojuegos, pasar al siguiente nivel).

Para conseguir el logro de aprendizaje dentro del ambiente de aprendizaje (evento exitoso), el usuario debe explorar estrategias de solución basado en las observaciones que hace del espacio tridimensional y de la información complementaria que obtiene al girar la cámara o el personaje en el juego; sumado a los datos provenientes de los paneles de la interfaz de juego y de la segunda cámara (cámara cenital); con el fin de validarlas y ponerlas a prueba en el ambiente. La eficiencia refleja el índice de exploraciones comprobadas dentro de la dinámica del juego y se relación con el logro de aprendizaje, por consiguiente, este índice expone el uso de habilidades espaciales dirigidos a la solución de problemas.

En cuanto a resultados cuantitativos de la eficiencia, los datos reflejan valores superiores en los diferentes niveles del juego (estadios del logro de aprendizaje) por parte del grupo IC, con excepción del nivel 2, donde el valor superior está en el grupo DC. Sin

embargo, en términos generales el grupo IC muestra mayores niveles de eficacia sumado a un mayor avance en la consecución del logro de aprendizaje puesto que, alcanzan a superar el nivel 4.

Esta información concuerda con la que se obtiene por medio del ANOVA para habilidades espaciales, de donde se establece que el elemento rotación mental de la habilidad espacial (MRT) es significativamente superior en comparación al grupo DC [$p < 0.05$, diferencia de medias = 2.834] al igual que en elemento visualización espacial (PSVT) [$p < 0.05$, diferencia de medias = 4.120].

Hipótesis Tres.

H3: Se espera que las habilidades espaciales estimuladas en el ambiente de aprendizaje ROBOT IN TROUBLES responda al logro de aprendizaje.

De acuerdo a los resultados que arrojan los cálculos realizados a los elementos del ambiente de aprendizaje -sin discriminar los grupos experimentales por la versión del ambiente utilizado-, los valores de eficacia para los grupos IC, INT y DC son los siguientes: IC [eficacia = 0.173], INT [eficacia = 0.135] y DC [eficacia = 0.172]; los cuales son muy cercanos y no concluyentes.

Sin embargo, al explorar el elemento Tiempo_total, se puede obtener información complementaria con el fin de establecer diferencias entre las dinámicas de los usuarios y los grupos de estilo cognitivo; es así como, a partir del cálculo de los valores totales para el elemento Tiempo_total en los grupos experimentales, se obtiene para el grupo IC [Tiempo_total= 4361.818], grupo INT [Tiempo_total = 3169.333] y grupo DC [Tiempo_total = 2893.590] (Ver Figura 21).

De acuerdo a lo anterior, el grupo IC presenta mayor tiempo de juego y mayor exploración de niveles (IC nivel 5, INT nivel 4, DC nivel 4) así como un mejor rendimiento en el logro de aprendizaje (IC nivel 4, INT nivel 3, DC nivel 3).

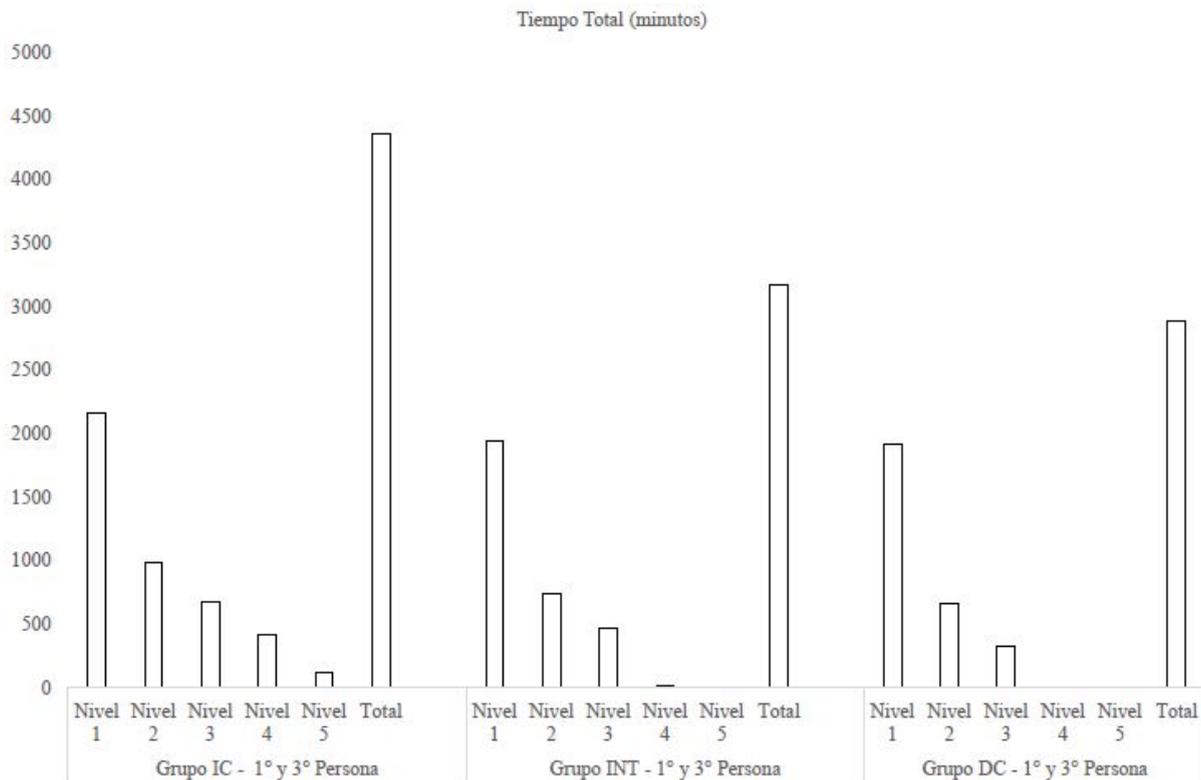


Figura 21. Tiempo de juego por nivel y estilos cognitivos.

Fuente: elaboración propia.

Estos resultados están en la misma dirección a lo expuesto por Hederich (2004), quien afirma que “los estilos cognitivos presentan diferencias en la naturaleza de la motivación frente al aprendizaje, sus actitudes y preferencias frente a diferentes áreas del conocimiento y a la efectividad de su aprendizaje en diferentes planteamientos pedagógicos, donde los sujetos independientes de campo presentan ventajas frente a otros estilos” (p 129).

Otro aspecto a resaltar por estos resultados obtenidos es el impacto de la motivación y la capacidad de resiliencia en los sujetos. Al revisar los datos de la Figura 16, es evidente que los grupos experimentales 0 y 1, presentan una mayor cantidad de intentos frente a los 4

grupos experimentales restantes, que junto con el elemento Tiempo_juego se interpreta como el resultado de la capacidad de inmersión que ofrece el ambiente de aprendizaje.

Por lo tanto, entre mayor sea el tiempo de entrenamiento, es más probable que el jugador planee, proyecte, experimente, explore y valide múltiples estrategias de solución frente a la situación problemática propuesta por el ambiente; esto es, en términos de Lower y Knirk (1982) citado por (Gutiérrez, 2010) que a mayores intervalos de entrenamiento, las interacciones entre el ambiente y el jugador favorecen la formación de habilidades espaciales en los videojuegos.

Frente a la motivación, es importante señalar que el ambiente de aprendizaje se diseña para generar una experiencia inmersiva y altamente motivante. ROBOT IN TROUBLE apunta a esta perspectiva. La interacción con escenarios 3d aunado a la retroalimentación constante embebido en un ambiente de alta motivación, permiten al jugador interactuar y validar recurrentemente sus estrategias de solución, a su propio ritmo y sin temor a no alcanzar el logro propuesto.

ROBOT IN TROUBLES permite y estimula la resolución del problema planteado ofreciendo un ambiente suficientemente atractivo e inmersivo en el que el usuario a través de la experimentación y exploración del entorno entrena las habilidades espaciales; además de favorecer procesos cognitivos relacionados con la generación y validación de estrategias de solución a problemas abiertos; dado que según (Prensky, 2012), la capacidad motivadora del lenguaje y estructura del videojuego permite aprender a través de resolver problemas mediante ensayo y error, recursivamente recolectando evidencia y probándolo por medio de la experimentación, favoreciendo los abordajes holísticos y flexibles.

CAPÍTULO CINCO: RESUMEN, CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

Conclusiones Generales

La presente investigación realiza un aporte para futuros estudios en cuanto a la estimación del potencial creativo y las habilidades espaciales en adolescentes, pues válida en el ámbito nacional (Colombia) la consistencia interna y aplicabilidad de los test: Mental Rotation Test MRT (Vandenberg & Kuse, 1978), Purdeu Spatial Visualisation Test PSVT ((R. Guay, 1977)) y Torrance Thinking of Creative Test TTCT (Torrance, 1974; Torrance, 1966) a partir de la estimación del coeficiente alpha de Cronbach con una muestra aproximada de 200 personas. Se reportan los siguientes niveles de fiabilidad: MRT, $\alpha = 0,728$, PSVT, $\alpha = 0,805$, TTCT, $\alpha = 0,90$.

Ambiente de aprendizaje

El juego se considera como el mecanismo por excelencia de adaptación al contexto cultural del individuo en el que está inmerso, con el que además se promueve el crecimiento cognitivo; no obstante, el videojuego se ha relacionado con el ocio y el entretenimiento. Sin embargo, su impresionante versatilidad además de su compleja habilidad para administrar recursos y variables, sumado a su extraordinaria capacidad para generar experiencias significativas en quien lo usa; lo transforma en una poderosa herramienta para la educación.

El ambiente de aprendizaje ROBOT IN TROUBLES responde a esta perspectiva. Surgido a partir de un trabajo minucioso en el que se han considerado las habilidades espaciales como eje central de la dinámica de interacción, condensa un ambiente que articula el entrenamiento de habilidades espaciales con la resolución de problemas, en el que se favorecen la flexibilidad de pensamiento ofreciendo un ambiente suficientemente atractivo e inmersivo en el que el usuario a través de la experimentación y exploración del entorno

entrena las habilidades espaciales; además de favorecer procesos cognitivos relacionados con la generación y validación de estrategias de solución a problemas abiertos; dado que según (Prensky, 2012), la capacidad motivadora del lenguaje y estructura del videojuego permite aprender a través de resolver problemas mediante ensayo y error, recursivamente recolectando evidencia y probándolo por medio de la experimentación, favoreciendo los abordajes holísticos y flexibles.

La presente investigación revela la existencia de diferencias significativas en las dinámicas de interacción de los participantes categorizadas por su estilo cognitivo y favoreciendo al grupo independiente de campo IC en el índice de eficacia, en la variable logro de aprendizaje, el elemento ayuda y habilidades espaciales. El elemento Eventos exitosos entendidos como las ocasiones en las cuales el usuario cumple satisfactoriamente con el problema planteado en el nivel y Total eventos -es decir, incluyendo los intentos fallidos- dan muestra de las características de los diferentes estilos cognitivos. Es claro que el grupo IC tiene un total de eventos superior comparado con el grupo INT y DC resultado que concuerda con lo expuesto por Hederich y Camargo (2000) al exponer las características del estilo cognitivo independiente de campo: “Los individuos independientes del medio construyen conceptos a partir de sucesivas reformulaciones de una información inicial” (p 9).

Potencial creativo y estilo cognitivo

La exploración de la relación entre la Creatividad y el Estilo Cognitivo surge a partir de las investigaciones de Amabile (1996), Sternberg & Lubart (1996) las cuales consideran a la creatividad como un componente multidimensional, conformado por seis componentes (inteligencia, conocimiento, estilos cognitivos, personalidad, motivación y contexto sociocultural) cuyo comportamiento e influencia en los procesos de pensamiento creativo y en la resolución de problemas débilmente estructurados no es del todo claro.

Para el desarrollo de la presente investigación se acoge la clasificación de creatividad de dominio general, la cual atiende la resolución de problemas cotidianos y que según Amabile (1982), es de naturaleza transversal e innata en la especie. Mejor conocida como Potencial Creativo del individuo, el cual fue medido a través del TTCT de Torrance (1966) el cual considera cuatro facetas de la creatividad (flexibilidad, fluidez, elaboración y originalidad).

El estilo cognitivo, como componente fundamental de la creatividad se entiende en los términos de (Witkin & Goodenough, 1980) definiéndolo como la manera en que el individuo percibe, procesa, ordena y retiene la información del ambiente; es decir, en palabras de (Kozhevnikov et al., 2007) como una heurística que las personas usan para procesar información sobre su entorno. La medida del estilo se realiza a través de la prueba psicométrica EFT.

En relación a lo anterior, la revisión de literatura arrojó que si bien se ha estudiado con suficiencia, las relaciones entre el estilo cognitivo y el logro de aprendizaje a través de resolución de problemas fuertemente estructurados (Cho, 2017; Martínez, 2005; Üstünel et al., 2015); se evidencia un vacío en la relación del estilo cognitivo en la resolución de problemas débilmente estructurados.

Sin embargo, autores como Cho (2017) estudiaron la relación entre el desempeño del estudio de Diseño y la creatividad, la capacidad espacial y el estilo cognitivo visual a través de la resolución de problemas débilmente estructurados. El estudio no mostró relaciones entre estos componentes. Hirani (2014) examinó la relación entre el estilo cognitivo, el estilo de personalidad, la orientación motivacional y la creatividad de los estudiantes de diseño de interiores. Los resultados del presente estudio coinciden con lo obtenido por Hirani, donde no fueron significativos y no apoyan la relación entre la creatividad y el estilo cognitivo.

Por su parte Martínez (2010) exploró la relación existente entre los estilos de pensamiento y la creatividad. Para ello utiliza los instrumentos (CREA) y (TSI) para medir potencial creativo y el estilo cognitivo respectivamente. Los resultados arrojan diferencias de medias entre los alumnos más creativos, indicando una mayor tendencia a utilizar el estilo de pensamiento legislativo en individuos creativos lo que coincide con la teoría del autogobierno mental de Sternberg.

Por nuestra parte, los resultados de esta investigación muestran correlación significativa ($p < 0.01$ bilateral) débil y positiva entre el estilo cognitivo (PFE) y flexibilidad, originalidad y potencial creativo. Adicionalmente muestra una correlación significativa muy débil con fluidez y elaboración. Los coeficientes de determinación (r^2) para este análisis son: flexibilidad $r^2 = 0.046$, originalidad $r^2 = 0.043$, fluidez $r^2 = 0.037$, elaboración $r^2 = 0.030$ y potencial creativo $r^2 = 0.048$. Ello implica, de acuerdo al coeficiente de determinación (r^2), que el estilo cognitivo explica cerca del 4.8% de la variable potencial creativo. Así mismo, da razón sobre los porcentajes similares en los elementos flexibilidad (4.6%), originalidad (4.3%), fluidez (3.7%), elaboración (3%).

Este resultado sugiere varias interpretaciones, la primera se basa en que es el estilo cognitivo es un elemento entre seis que componen el componente multidimensional que describen Amabile (1996), Sternberg & Lubart (1996); por tanto es de esperar que el coeficiente r producto de los análisis no ofrezca una explicación total en el comportamiento del constructo creatividad; ahora esto no significa que la relación entre los elementos que la componen sean proporcionales.

No obstante, si bien la correlación entre el estilo cognitivo tomado a partir de la prueba EFT y el potencial creativo determinado por el test TTCT es débil, se encuentran

diferencias significativas en el potencial creativo intra grupo, es decir, entre los sujetos independientes de campo, intermedios y dependientes de campo.

A partir del cálculo post hoc posterior al ANOVA, se evidencia una diferencia significativa en el potencial creativo entre los grupos IC y DC a favor de IC en los elementos: flexibilidad, originalidad, fluidez, elaboración y potencial creativo. Además, entre los grupos INT y DC a favor de INT en los elementos: flexibilidad, fluidez y elaboración.

Respecto las diferencias entre estilos cognitivos Daniels (1996) citado por Üstünel et al. (2015) expone que los sujetos independientes de campo están en la capacidad de proporcionar estructuras cuando no es inherente a la información presentada, además de reorganizar la información para proporcionar un contexto para el conocimiento previo y tienden a ser más eficientes para recuperar elementos de la memoria (p 38).

Lo anterior explica en gran medida la naturaleza de los resultados obtenidos. En primer lugar, se afirma que los sujetos independientes de campo crean estructuras cuando la información presentada no las tiene, lo anterior es un componente claro de la prueba TTCT, pues en él se presentan informaciones inconclusas, indeterminadas, que requieren por parte del sujeto una interpretación, es decir una estructura para que con base en ella se logre obtener de algo nuevo, diferente.

En segundo lugar, la capacidad para reorganizar la información es una característica asociada al componente flexibilidad del potencial creativo, pues esta requiere el análisis de un problema a partir de muchas perspectivas y que integrado con la facilidad para recuperar elementos de la memoria se traducen en un mayor número de exploraciones (fluidez) y en un mayor puntaje en la prueba TTCT.

Habilidades espaciales

El uso de herramientas digitales para el entrenamiento de las habilidades espaciales está plenamente confirmado (Ott & Pozzi, 2012) (Villa Sicilia, 2016) ; sin embargo el diseño de estos ambientes deben responder a una estructura coherente que articule otras variables, igualmente complejas que facilite al usuario aproximaciones y enfoques con alto potencial creativo en la resolución a problemas débilmente estructurados.

Estos ambientes deben ser concebidos como elementos facilitadores que soporten y promuevan el pensamiento creativo (the Deep-Play Research Group et al., 2013). En este sentido Kozhevnikov et al. (2013) sugiere que es posible afectar el potencial creativo a través del entrenamiento adecuado de las habilidades espaciales de los individuos dado que estas últimas poseen y desarrollan un rol mucho más profundo y complejo que solamente la visualización y representación de los espacios tridimensionales.

Lubinski (2010) y Miller (2000) sostiene que las habilidades espaciales facilitan la descripción, pero también la proyección, rotación, transformación y articulación de múltiples objetos a nivel mental; los cuales a su vez ayudan a procesos superiores relacionados con el pensamiento divergente, convergente, y por lo tanto con el potencial creativo.

Estos procesos de reordenación mental están estrechamente relacionados con la manera en que el sujeto percibe y ordena la información; que en palabras de Messick (1976) se define como el estilo cognitivo.

Los resultados del análisis muestran una correlación significativa ($p < 0.01$, bilateral) positiva débil entre el estilo cognitivo (PFE) y los elementos de la variable habilidad espacial visualización espacial y rotación mental. Así mismo, el análisis de contraste de medias post hoc indica diferencias significativas a favor del grupo IC respecto a DC en la rotación mental y visualización espacial: MRT [diferencia = 2.834], PSVT [diferencia = 4.120].

Sobre las evidencias expuestas, el estilo cognitivo considera las diferencias individuales entre cómo los sujetos no solo la ordenan la información sino también cómo la aplican en la resolución de problemas, de igual forma relaciona la manera en que la experiencia y la memoria son utilizadas en la resolución a problemas; en otras palabras tiene que ver en cómo estructura la información preexistente como nueva para formar asociaciones y configuraciones de respuesta Daniels (1996) citado por Üstünel et al. (2015).

De las características que definen a los independientes de campos, se encuentra la habilidad para focalizar e identificar elementos específicos más allá del campo, esto quiere decir que si bien pueden tener una visión general, son capaces de focalizar elementos particulares y relacionarlo de manera individual. Ello implica que la forma en que perciben y almacenan la información pueda ser relacionada fácilmente con la experiencia y el marco del problema.

Es claro que en este aspecto el papel de la flexibilidad de pensamiento es central dado que facilita aproximarse al marco del problema desde múltiple enfoques, exigiendo del individuo una actitud vigilante y adaptativa frente a los nuevos abordajes, para así decidir cuál entre ellos proporciona una mejor respuesta al marco del problema dada las validaciones realizadas. En este sentido, la prueba EFT proporciona información valiosa sobre la complejidad del estilo de pensamiento de un individuo el cual puede ser relacionado relacionado con la forma en que el individuo utiliza el conocimiento en los procesos de resolución creativa de problemas.

en este sentido Chang et al. (2016); Chica & Polaina (2010) sostiene que el uso adecuado de herramientas digitales que articulen ambientes bidimensionales y tridimensionales facilitan no solo el entrenamiento de las habilidades espaciales sino también el desarrollo el potencial creativo. En esta línea Jackson et al. (2012) afirma que la

efectividad de los ambientes digitales como los videojuegos está supeditada a su digitalización o virtualización. los resultados dependerán -afirma este autor- del tipo y naturaleza de juego.

Implicaciones para la enseñanza en la escuela

Sin duda, la mayor implicación en el desarrollo de esta investigación apunta hacia la exploración de los múltiples factores y dimensiones que conforman el constructo creativo. Es claro que suponer en los jóvenes o nativos digitales (Prensky, 2001) habilidades creativas desarrolladas, capacidades de percepción y sensibilidad a lo artístico o aptitudes innovadoras sin mayor solo por el hecho de ser ellos mismos -jóvenes o nativos digitales- es un error, por lo tanto, la práctica en la escuela debe apuntar hacia el entrenamiento de estas habilidades, y no esperar que los estudiantes tomen la iniciativa por sí solos.

Dada la naturaleza del potencial creativo, es clara la necesidad de identificar sus componentes principales y sus niveles de contribución al constructo de la creatividad, para ser focalizados, no de forma individual, sino en conjunto, de manera que el desarrollo de las habilidades, motivaciones, aptitudes y actitudes sea uniforme. Adicionalmente es importante identificar cuáles de estos componentes son transversales, es decir, se potencializan o entrenan bajo diferentes escenarios académicos y permea todos los elementos del currículo. Entre ellas, como aporte desde el desarrollo teórico expuesto en esta investigación, resalta la flexibilidad. Su carácter es fundamental y además transversal a todos los procesos de pensamiento; por ello, implementar cambios en las estructuras curriculares en el abordaje de las competencias específicas no es suficiente; en este punto, la inclusión de estrategias que sintonicen con sus hábitos y códigos habituales recurriendo a la sinergia de la motivación intrínseca que generan algunos medios digitales es determinante.

Aquí radica la importancia de videojuego como mediador de procesos complejos, cuya dinámica de solución articula diferentes habilidades y procesos cognitivos con la intención de fracturar sus realidades en términos de cómo percibe e interacciona con los espacios de su cotidianidad; propende la búsqueda y abordaje de otras posibilidades y oportunidades que se complementen con su experiencia; es decir, busca conectar y contrastar la realidad cercana del individuo con otras diferentes generadas a partir de estrategias metodológicas cimentadas en el caos aparente, la aleatoriedad y la flexibilidad de pensamiento.

Por este motivo, el videojuego como ambiente articulador de procesos de pensamiento basados en la solución de problemas debe mantenerse en constante exploración pero no desde la adaptación de los productos comerciales al ámbito educativo, sino que desde la mismas particularidades que ofrece el contexto de cada escuela , articule desarrollos informáticos y digitales que intenten resolver las especificidades del ambiente particular en donde las necesidades puntuales de la población sean el marco de desarrollo de estas aplicaciones.

Implicaciones para investigaciones futuras

Proyección de análisis estadístico

Debido al carácter polisémico y multidimensional de la creatividad es necesario realizar aproximaciones desde diferentes modelos estadísticos, si bien bajo el supuesto de linealidad se encuentran relaciones entre estilo cognitivo, habilidad espacial y potencial creativo, es claro que no son los únicos factores que determinan el potencial creativo. Para estudios posteriores es necesario incluir variables adicionales que desde la perspectiva teórica tienen relación o influencia en el potencial creativo como por ejemplo la motivación y la inteligencia, el producto creativo, entre otras.

No basta con aumentar el número de variables a considerar, también se hace necesario robustecer el método de análisis estadístico, después de esta investigación, es difícil para los investigadores alejarse de la idea de un análisis multidimensional exploratorio y la inclusión de herramientas de análisis para minería de datos con el fin de determinar un modelo que permita ajustarse mejor al comportamiento de la variable potencial creativo.

Consideraciones Generales

Esta investigación realiza aportes en el campo del estudio del constructo de la creatividad, fundamentalmente desde dos aspectos: el desarrollo teórico y el contexto de la investigación de la creatividad en Colombia. Desde el desarrollo teórico, los investigadores identifican algunas variables asociadas al potencial creativo: estilo cognitivo, habilidades espaciales, motivación, género, pensamiento divergente, pensamiento convergente, inteligencia, personalidad, entre otras; lo que da muestra de su carácter multidimensional y polisémico.

Bajo esta perspectiva y proyectando estadios futuros de esta investigación se propone explorar con mayor profundidad en los modelos estadísticos que presenten los antecedentes, pues como se menciona anteriormente, los investigadores suponen que el constructo creatividad debe estar ligado a un modelo de mayor complejidad que los expuestos por los antecedentes contemplados e incluso a los análisis realizados.

Adicionalmente, el marco teórico y los antecedentes revelan varios instrumentos para la medición de componentes de la creatividad, se contempla para estudios posteriores, utilizar instrumentos que consideren una perspectiva diferente a la de exclusividad del pensamiento divergente como manifestación del potencial creativo.

Por otra parte, la revisión de antecedentes encuentra poca presencia o ausencia de estudios en el contexto colombiano que investiguen la relación entre estilos cognitivos y

potencial creativo, por consiguiente, es necesario continuar con investigaciones en esta línea dado que sus resultados tienen el potencial de afectar el contexto local, promover nuevas y diferentes prácticas de enseñanza – aprendizaje, diseño de elementos transversales en el currículo y el desarrollo de ambientes de aprendizaje, software, plataformas, aplicaciones que en estos momentos se desarrollan a partir de la teoría construida en torno los estilos creativos y pueden ser enriquecidos con la exploración del potencial creativo.

El área de juegos y videojuegos constantemente ofrece productos cada vez más eficientes y complejos los cuales apuntan a ofrecer una experiencia más real y envolvente en los usuarios, no obstante, a partir de la experiencia de los investigadores con ambientes educativos creados en contexto académico, la mayoría carecen de muchas de las características que están disponibles en la gran mayoría de aplicaciones no educativas como el diseño profesional, funcionalidad e integración con redes sociales, soporte multidispositivo o narrativa de juego inmersivas y elaboradas.

El desarrollo de los ambientes de aprendizaje digitales, debe considerar mejor las características de los usuarios; en particular cuando la población focalizada se encuentra hiperconectada a través de su smartphone; esto quiere decir, que los desarrollos tecnológicos deben ser multiplataforma, en otras palabras, deben poder ser descargados y utilizados en variedad de dispositivos, en particular en los teléfonos móviles. Adicional a ello, proporcionar a través de tecnologías como la realidad aumentada nuevas y mejores experiencias más sofisticadas con las que puedan explorar y entrenar de manera eficiente las habilidades a desarrollar en los usuarios, por ejemplo, las habilidades especiales y el potencial creativo a través de la resolución de problemas.

REFERENCIAS

- Albaret, J. M., & Aubert, E. (1996). Etalonnage 15-19 ans du test de rotation mentale de Vandenberg. *Evolutions Psychomotrices*, 206–209.
- Allen, A. D. (2010). Complex spatial skills: the link between visualization and creativity. *Creativity Research Journal*, 22(3), 241–249. doi:10.1080/10400419.2010.503530
- Amabile, T. (1985). Motivation and creativity: Effects of motivational orientation on creative writers. *Journal of Personality and Social Psychology*, 48(2), 393.
- Amabile, T. (1996). *Creativity in context* ((hc : alk. paper).). Boulder, Colo: Westview Press.
- Amabile, T. M. (1982). Social psychology of creativity: A consensual assessment technique. *Journal of Personality and Social Psychology*, 43(5), 997–1013.
doi:10.1037/0022-3514.43.5.997
- Bertoline, G. R. (1998). Visual science: An emerging discipline. *Journal for Geometry and Graphics*, 2(2), 181–187.
- Bodner, G. M., & Guay, R. B. (1997). The purdue visualization of rotations test. *The Chemical Educator*, 2(4), 1–17. doi:10.1007/s00897970138a
- Bodrova, E., & Leong, D. J. (2005). The Importance of Play: Why Children Need to Play. *Early Childhood Today*, 20(1), 6–7.
- Branoff, T. (2009). The effects of adding coordinate axes to a mental rotations task in measuring spatial visualization ability in introductory undergraduate technical graphics courses. *Engineering Design Graphics Journal*, 62(2).
- Chang, Y. (2014). 3D-CAD effects on creative design performance of different spatial abilities students. *Journal of Computer Assisted Learning*, 30(5), 397–407.
- Chang, Y.-S., Chien, Y.-H., Lin, H.-C., Chen, M. Y., & Hsieh, H.-H. (2016). Effects of 3D

- CAD applications on the design creativity of students with different representational abilities. *Computers in Human Behavior*, 65, 107–113. doi:10.1016/j.chb.2016.08.024
- Chatterjee, A., & Coslett, H. B. (2013). *The roots of cognitive neuroscience: Behavioral neurology and neuropsychology*. Oxford University Press.
- Chica, J. B., & Polaina, J. M. B. (2010). Sistema diédrico. Técnicas educativas con ayudas 3d en el espacio real, y su simulación en el espacio virtual. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, (36), 151–170.
- Cho, J. Y. (2017). An investigation of design studio performance in relation to creativity, spatial ability, and visual cognitive style. *Thinking Skills and Creativity*, 23, 67–78. doi:10.1016/j.tsc.2016.11.006
- Cingualbres, R. E., Rondón, I. R., Millán, F. P., & Boza, T. A. (2003). Educar e instruir a través del proceso docente educativo del Dibujo Técnico. Una experiencia aplicada en la Universidad de Granma. *Pedagogía Universitaria*, 8(5).
- Cohen, C. A., & Hegarty, M. (2014). Visualizing cross sections: Training spatial thinking using interactive animations and virtual objects. *Learning and Individual Differences*, 33, 63–71. doi:10.1016/j.lindif.2014.04.002
- Cohen, L. M. (2012). Adaptación y creatividad en el contexto cultural. *Revista de Psicología (PUCP)*, 30(1), 3–18.
- Cohen, N. (2003). Curved Solids Nets. *International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 2, 229–236.
- Coronado-Hijón, A. (2015). Aplicación contextualizada del Test de Pensamiento Creativo de Torrance (TTCT). *Revista Española de Orientación y Psicopedagogía (REOP)*, 26(1), 70–82.
- Cross, N. (2006). *Designerly ways of knowing*. London : Springer, 2006.: Springer.

- De Lisi, R., & Wolford, J. L. (2002). Improving children's mental rotation accuracy with computer game playing. *The Journal of Genetic Psychology, 163*(3), 272–282.
doi:10.1080/00221320209598683
- DeHaan, R. L. (2009). Teaching creativity and inventive problem solving in science. *CBE Life Sciences Education, 8*(3), 172–181. doi:10.1187/cbe.08-12-0081
- Dietrich, A. (2004). The cognitive neuroscience of creativity. *Psychonomic Bulletin & Review, 11*(6), 1011–1026.
- De Zubiría Samper Julián. 2011 Modelos pedagógicos. Tercera edición. Edit. Magisterio. Pg 42.
- Dorval, M., & Pépin, M. (1986). Effect of playing a video game on a measure of spatial visualization. *Perceptual and Motor Skills, 62*(1), 159–162.
- Escribano, F. (2013). El videojuego como herramienta para la pedagogía artística. Creatividad e innovación.
- Felicia, P. (2009). Videojuegos en el aula. *Manual Para Docentes. Bélgica, European School Net*.
- Feng, J., Spence, I., & Pratt, J. (2007). Playing an action video game reduces gender differences in spatial cognition. *Psychological Science, 18*(10), 850–855.
doi:10.1111/j.1467-9280.2007.01990.x
- Gentner, D. (2010). Bootstrapping the mind: analogical processes and symbol systems. *Cognitive Science, 34*(5), 752–775. doi:10.1111/j.1551-6709.2010.01114.x
- Gentner, D., Goldin, S., & Goldin-Meadow, S. (2003). *Language in mind* ((pbk. : alk. paper)). Cambridge, Mass. ; MIT Press, c2003.: MIT Press.
- Goel, V. (1995). *Sketches of Thought*.
- Goel, V. (2014). Creative brains: designing in the real world. *Frontiers in Human*

Neuroscience, 8, 241. doi:10.3389/fnhum.2014.00241

Goel, V., & Pirolli, P. (1992). The structure of design problem spaces. *Cognitive Science*, 16(3), 395–429.

Gordon, W. J. (1963). *Sinéctica: el desarrollo de la capacidad creadora*. Herrero Hermanos Sucesores.

Green, C. S., & Bavelier, D. (2003). Action video game modifies visual selective attention. *Nature*, 423(6939), 534–537. doi:10.1038/nature01647

Green, G., & Kaufman, J. C. (2015). *Video Games and Creativity*. Academic Press.

Guay, R. (1977). Purdue Spatial Visualization Test-Visualization of Views. *Purdue Research Foundation, West Lafayette, IN*.

Guay, R. B. (1978). Factors Affecting Spatial Test Performance: Sex, Handedness, Birth Order, and Experience.

Guilford, J. P. (1959). Three faces of intellect. *American Psychologist*, 14(8), 469–479. doi:10.1037/h0046827

Guilford, John P. (1984). Varieties of divergent production. *The Journal of Creative Behavior*.

Gutiérrez, J. M. (2010). Estudio y evaluación de contenidos didácticos en el desarrollo de las habilidades espaciales en el ámbito de la ingeniería.

Gutierrez-Braojos, C., Salmeron-Vilchez, P., Martin-Romera, A., & Salmerón Pérez, H. (2013). Efectos directos e indirectos entre estilos de pensamiento, estrategias metacognitivas y creatividad en estudiantes universitarios. *Anales de Psicología*, 29(1). doi:10.6018/analesps.29.1.124651

Guzel, N., & Sener, E. (2009). High school students' spatial ability and creativity in geometry. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 1(1), 1763–1766.

- Hargreaves, A. (2003). *Teaching in the knowledge society: Education in the age of insecurity* ((pbk: alk. paper).). New York: Teachers College Press.
- Hederich, C., & Camargo, Á. (2001). *Estilos cognitivos en el contexto escolar: Proyecto de estilos cognitivos y logro educativo en la ciudad de Bogotá*.
- Hegarty, M., & Waller, D. (2005). Individual differences in spatial abilities. *The Cambridge Handbook of Visuospatial Thinking*, 121–169.
- Hennessey, B. A., & Amabile, T. M. (2010). Creativity. *Annual Review of Psychology*, 61, 569–598. doi:10.1146/annurev.psych.093008.100416
- Hernández, F., & Fernández, C. (2006). Baptista. *Metodología de La Investigación. Cuarta Edición. Mac Graw Hill Editores. México DF México*, 103, 205.
- Hirani, A. (2014). Creativity of Interior Design Students: Understanding the Relationship Between Cognitive Style, Personality Style, Motivational Orientation, and Creativity of Interior Design Students.
- Höffler, T. N. (2010). Spatial ability: Its influence on learning with visualizations—a meta-analytic review. *Educational Psychology Review*, 22(3), 245–269.
- Höffler, T. N., & Leutner, D. (2011). The role of spatial ability in learning from instructional animations—Evidence for an ability-as-compensator hypothesis. *Computers in Human Behavior*, 27(1), 209–216.
- Horikami, A., & Takahashi, K. (2014). Measurement of Creativity: The tripartite approach for creative thinking. *Measurement*, 2014, 27.
- Jaarsveld, S., Lachmann, T., & van Leeuwen, C. (2013). The Impact of Problem Space on Reasoning: Solving versus Creating Matrices.
- Jaarsveld, S., & Leeuwen, C. (2005). Sketches from a design process: Creative cognition inferred from intermediate products. *Cognitive Science*, 29(1), 79–101.

- Jackson, L. A., Witt, E. A., Games, A. I., Fitzgerald, H. E., von Eye, A., & Zhao, Y. (2012). Information technology use and creativity: Findings from the Children and Technology Project. *Computers in Human Behavior*, 28(2), 370–376. doi:10.1016/j.chb.2011.10.006
- Jauk, E., Benedek, M., & Neubauer, A. C. (2014). The road to creative achievement: A latent variable model of ability and personality predictors. *European Journal of Personality*, 28(1), 95–105. doi:10.1002/per.1941
- Jiménez, J. E., Artiles, C., Rodríguez, C., & García, E. (2007). Adaptación y baremación del test de pensamiento creativo de Torrance: expresión figurada. *Educación Primaria y Secundaria*.
- Kim, K. H. (2006). Can We Trust Creativity Tests? A Review of the Torrance Tests of Creative Thinking (TTCT). *Creativity Research Journal*, 18(1), 3–14. doi:10.1207/s15326934crj1801_2
- Kozhevnikov, M., Kosslyn, S., & Shephard, J. (2005). Spatial versus object visualizers: a new characterization of visual cognitive style. *Memory & Cognition*, 33(4), 710–726.
- Kozhevnikov, M., Kozhevnikov, M., Yu, C. J., & Blazhenkova, O. (2013). Creativity, visualization abilities, and visual cognitive style. *The British Journal of Educational Psychology*, 83(Pt 2), 196–209. doi:10.1111/bjep.12013
- Kozhevnikov, M., Motes, M. A., & Hegarty, M. (2007). Spatial visualization in physics problem solving. *Cognitive Science*, 31(4), 549–579.
- Leung, A. K. Y., Kim, S., Polman, E., Ong, L. S., Qiu, L., Goncalo, J. A., & Sanchez-Burks, J. (2012). Embodied metaphors and creative “acts”. *Psychological Science*, 23(5), 502–509. doi:10.1177/0956797611429801
- Linn, M. C., & Petersen, A. C. (1985). Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A meta-analysis. *Child Development*, 1479–1498.

- Loehle, C. (1990). A guide to increased creativity in research: inspiration or perspiration? *Bioscience*, 40(2), 123–129.
- Lohman, D. F. (1988). Spatial abilities as traits, processes, and knowledge. In *Advances in the psychology of human intelligence, Vol. 4* (pp. 181–248). Hillsdale, NJ, US: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Lohman, D. F. (1996). Spatial ability and g. *Human Abilities: Their Nature and Measurement*, 97, 116.
- López Martínez, O., & Navarro Lozano, J. (2008). Estudio comparativo entre medidas de creatividad: TTCT vs. CREA. *Anales de Psicología*, 24(1).
- López, O., Hederich-Martínez, C., & Camargo-Uribe, Á. (2011). Estilo cognitivo y logro académico. *Educación y Educadores*, 14(1).
- Lubinski, D. (2010). Spatial ability and STEM: A sleeping giant for talent identification and development. *Personality and Individual Differences*, 49(4), 344–351.
- Maeda, Y., & Yoon, S. Y. (2013). A Meta-Analysis on Gender Differences in Mental Rotation Ability Measured by the Purdue Spatial Visualization Tests: Visualization of Rotations (PSVT:R). *Educational Psychology Review*, 25(1), 69–94.
doi:10.1007/s10648-012-9215-x
- Maehr, M. L., & Meyer, H. A. (1997). Understanding motivation and schooling: Where we've been, where we are, and where we need to go. *Educational Psychology Review*, 9(4), 371–409.
- Maris Vázquez, S., Noriega Biggio, M., & Maris García, S. (2013). Relaciones entre rendimiento académico, competencia espacial, estilos de aprendizaje y deserción. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 15(1), 29–44.
- Martín-Dorta, N. (2009). Análisis del uso de dispositivos móviles en el desarrollo de

estrategias de mejora de las habilidades espaciales.

- Martínez, C. H. (2005). Estilo cognitivo en la dimensión de Independencia-Dependencia de Campo Influencias culturales e implicaciones para la educación.
- Martínez, M. S., Bustamante, A. H., & Pérez, E. G. (2003). Una propuesta didáctica para contribuir al desarrollo de la vision espacial en los dibujos técnicos. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 12(2), 35–42.
- Martínez, O. L. (2010). Estilos de pensamiento y creatividad. *Anales de Psicología*, 26(2), 254.
- McGee, M. G. (1979). *Human spatial abilities: Sources of sex differences*. New York: Praeger.
- Messick, S. (1976). Personality consistencies in cognition and creativity. *Individuality in Learning*, 4, 22.
- Miller, S. G. (2000). A proposal for the development of a study to determine the effectiveness of a creativity-centered unit of study in the advancement of spatial abilities of American and Japanese female engineering students (pp. 255–257). IEEE.
- Mumford, M. D., & Gustafson, S. B. (1988). Creativity syndrome: Integration, application, and innovation. *Psychological Bulletin*, 103(1), 27.
- Navarro, R., Saorín, J. L., Contero, M., Piquer, A., & Conesa, J. (2004). El desarrollo de las habilidades de visión espacial y croquis en la ingeniería de producto.
- Oliveira, E., Almeida, L., Ferrándiz, C., Ferrando, M., Sainz, M., & Prieto, M. D. (2009). Tests de pensamiento creativo de Torrance (TTCT): elementos para la validez de constructo en adolescentes portugueses. *Psicothema*, 21(4), 562–567.
- Oltman, P. K., Raskin, E., & Witkin, H. A. (1971). A manual for the embedded figures test. Palo Alto.

- Ott, M., & Pozzi, F. (2012). Digital games as creativity enablers for children. *Behaviour & Information Technology*, 31(10), 1011–1019.
- Paley, V. G. (2009). *A child's work: The importance of fantasy play*. University of Chicago Press.
- Palmiero, M., Nori, R., Aloisi, V., Ferrara, M., & Piccardi, L. (2015). Domain-Specificity of Creativity: A Study on the Relationship Between Visual Creativity and Visual Mental Imagery. *Frontiers in Psychology*, 6, 1870. doi:10.3389/fpsyg.2015.01870
- Pedrosa, C. M., Barbero, B. R., & Miguel, A. R. (2014). Spatial Visualization Learning in Engineering: Traditional Methods vs. a Web-Based Tool. *Educational Technology & Society*, 17(2), 142–157.
- Pérez Cota, M., Cepón, G., & Luis, J. (2005). Usabilidad de las herramientas CAD. Consideraciones sobre el uso de los programas de CAD en la docencia del Dibujo Técnico. Presented at the De la Tradición al futuro: Congreso Internacional Conjunto XVII INGEGRAF XV-ADM, Sevilla.
- Piffer, D. (2012). Can creativity be measured? An attempt to clarify the notion of creativity and general directions for future research. *Thinking Skills and Creativity*, 7(3), 258–264. doi:10.1016/j.tsc.2012.04.009
- Plucker, J. A., & Makel, M. C. (2010). Assessment of creativity. *The Cambridge Handbook of Creativity*, 48–73.
- Preiss, D. D., Grau, V., Ortiz, D., & Bernardino, M. (2016). What do we know about the development of creativity in south america? *New Directions for Child and Adolescent Development*, 2016(152), 85–97. doi:10.1002/cad.20157
- Prensky, M. R. (2012). *From digital natives to digital wisdom: Hopeful essays for 21st century learning*. Corwin Press.

- Robinson, K. (2011). *Out of our minds: Learning to be creative*. John Wiley & Sons.
- Rojas-Sola, J. I., Fernández-Sora, A., Serrano-Tierz, A., & Hernández-Díaz, D. (2011). Una revisión histórica: desde el dibujo en ingeniería hacia la ingeniería del diseño. *Dyna*, 78(167), 17–26.
- Roman, J. M., & Gallego, S. (2001). Escalas de Estrategias de Aprendizaje. Manual ACRA. *Publicaciones de Psicología Aplicada. Madrid: TEA Ediciones*.
- Runco, M A. (1993). Divergent thinking, creativity, and giftedness. *Gifted Child Quarterly*, 37(1), 16–22. doi:10.1177/001698629303700103
- Runco, Mark A. (1988). Creativity research: Originality, utility, and integration.
- Runco, Mark A. (2004). Personal creativity and culture. *Creativity: When East Meets West*, 9–22.
- Runco, Mark A. (2007). Creativity: Theories and themes: Research, development, and practice.
- Russo, L. H. (2013). Play and Creativity at the Center of Curriculum and Assessment: A New York City School's Journey to Re-Think Curricular Pedagogy. *Online Submission*, 61(1), 131–146.
- Samsudin, K. A., Rafi, A., & Hanif, A. S. (2011). Training in Mental Rotation and Spatial Visualization and Its Impact on Orthographic Drawing Performance. *Educational Technology & Society*, 14(1), 179–186.
- Sastre-Riba, S. (2012). Alta capacidad intelectual: perfeccionismo y regulación metacognitiva. *Rev Neurol*, 54(Supl 1), S21-9.
- Sawyer, R. K. (2006). Educating for innovation. *Thinking Skills and Creativity*, 1(1), 41–48. doi:10.1016/j.tsc.2005.08.001
- Schon, D. A. (1992). *La Formacion De Profesionales Reflexivos/ Educating the Reflective*

- Practitioner: Hacia Un Nuevo Diseño De La Enseñanza Y El Aprendizaje En Las Profesiones ... / Education Subjects*) (Paperback; 1987-01-30.). Ediciones Paidós Iberica.
- Scott, N. M., Sera, M. D., & Georgopoulos, A. P. (2015). An information theory analysis of spatial decisions in cognitive development. *Frontiers in Neuroscience, 9*, 14.
doi:10.3389/fnins.2015.00014
- Shepard, R. N. (1978). The mental image. *American Psychologist, 33*(2), 125.
- Simon, H. A. (1988). The science of design: creating the artificial. *Design Issues, 67–82*.
- Sorby, S., Nevin, E., Behan, A., Mageean, E., & Sheridan, S. (2014). Spatial skills as predictors of success in first-year engineering. In *2014 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) Proceedings* (pp. 1–7). IEEE. doi:10.1109/FIE.2014.7044005
- Sternberg, R. J. (2003). *Wisdom, intelligence, and creativity synthesized*. Cambridge University Press.
- Sternberg, R. J. (2006). The Nature of Creativity. *Creativity Research Journal, 18*(1), 87–98.
doi:10.1207/s15326934crj1801_10
- Sternberg, R. J., & Lubart, T. I. (1996). Investing in creativity. *American Psychologist, 51*(7), 677.
- 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), 433–441.
- the Deep-Play Research Group, Mishra, P., Fahnoe, C., & Henriksen, D. (2013). Creativity, Self-Directed Learning and the Architecture of Technology Rich Environments. *TechTrends, 57*(1), 10–13. doi:10.1007/s11528-012-0623-z
- Tobón, S. (2002). Las competencias en el sistema educativo: de la simplicidad a la complejidad. *Bogotá: Ltda*.

- Torrance, E P. (1974). *The Torrance Tests of Creative Thinking (Norma-technical Manual)*. Bensenville, IL: Scholastic Testing Service.
- Torrance, E Paul. (1966). *Torrance Tests of Creative Thinking: Normstechnical Manual: Research Ed.: Verbal Tests, Forms A and B: Figural Tests, Forms A and B. Flere Materialer*. Personell Press.
- Üstünel, H., Uçar, E., Civelek, T., & Umut, İ. (2015). The relationships between field dependent/independent cognitive styles and information & communication technologies based programs in gifted education. *Journal of Human Sciences*, 12(2), 266–277.
- Vandenberg, S. G., & Kuse, A. R. (1978). Mental rotations, a group test of three-dimensional spatial visualization. *Perceptual and Motor Skills*, 47(2), 599–604.
- Villa Sicilia, A. (2016). Desarrollo y evaluación de las habilidades espaciales de los estudiantes de ingeniería: actividades y estrategias de resolución de tareas espaciales.
- Vygotski, L. S., Cole, M., Furió, S., John-Steiner, V., Scribner, S., & Souberman, E. (1996). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Crítica Barcelona.
- Weisberg, R. (2010). The study of creativity: From genius to cognitive science. *International Journal of Cultural Policy*, 16(3), 235–253.
- Weisberg, R. W. (1999). I2 Creativity and Knowledge: A Challenge t0 The0ries. *Handbook of Creativity*, 226.
- West, T. G. (1991). *In the Mind's Eye*. Buffalo. *New York*.
- Witkin, H A, Moore, C. A., Goodenough, D. R., & Cox, P. W. (1977). Field-Dependent and Field-Independent Cognitive Styles and Their Educational Implications. *Review of Educational Research*, 47(1), 1. doi:10.2307/1169967
- Witkin, Herman A, & Goodenough, D. R. (1980). Cognitive styles: essence and origins. Field dependence and field independence. *Psychological Issues*, (51), 1–141.

- Witkin, Herman A, Moore, C. A., Goodenough, D. R., & Cox, P. W. (1975). Field-dependent and field-independent cognitive styles and their educational implications. *ETS Research Report Series, 1975(2)*, 1–64.
- Yang, H.-L., & Cheng, H.-H. (2010). Creativity of student information system projects: From the perspective of network embeddedness. *Computers & Education, 54(1)*, 209–221.
- Yue, J. (2004). Spatial visualization by orthogonal rotations (Vol. 9, pp. 1–10).
- Yue, J. (2009). Spatial visualization by realistic 3D views. *Engineering Design Graphics Journal, 72(1)*.
- Zahedi, M. (2016). Understanding and Creating 3D Forms Using Familiar Objects. *International Journal for Innovation Education and Research, 4(1)*.
- Zimmerman, B. J. (1990). Self-Regulated Learning and Academic Achievement: An Overview. *Educational Psychologist, 25(1)*, 3–17. doi:10.1207/s15326985ep2501_2

ANEXOS

Anexo A.



Bogotá, D.C., 04 de abril de 2017

Rectora

Carmen Martínez

Institución Educativa Departamental Pompilio Martínez.

Ref. Solicitud autorización aplicación test psicométricos e interacción con ambiente digital tridimensional a los estudiantes del ciclo media técnica en el marco de la investigación: “Efecto de un ambiente virtual de aprendizaje en el potencial creativo y su relación con el estilo cognitivo y habilidades espaciales: aproximación en estudiantes con formación en competencias de dibujo técnico”

Reciba un cordial saludo.

Dentro de los procesos de formación académica e investigativa propios de la MAESTRÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN APLICADAS A LA EDUCACIÓN-MTIAE de la UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL, se considera muy importante la realización de actividades de investigación sobre temáticas que involucren procesos de enseñanza - aprendizaje con escenarios que incorporen las TIC para mejorar y apoyar el aprender a aprender.

En este marco, los candidatos a magister más adelante señalados, están adelantando el trabajo de investigación *Efecto de un ambiente virtual de aprendizaje en el potencial creativo y su relación con el estilo cognitivo y habilidades espaciales: aproximación en estudiantes con formación en competencias de dibujo técnico*; bajo tutoría del Phd. Luis Sanabria, profesor titular del Departamento de Tecnología.

Es de nuestro interés que esta investigación se pueda desarrollar con los niños y niñas pertenecientes al ciclo de básica secundaria de la institución educativa. El objetivo de esta petición es que los candidatos analicen las relaciones entre el estilo cognitivo dependencia-independencia, las habilidades espaciales y el potencial creativo en los estudiantes con formación en competencias de dibujo técnico pertenecientes a las

Maestría en Tecnologías de la Información Aplicadas a la Educación.
• Calle 72 No. 11 - 86 Edificio B, Segundo piso Bogotá D.C, Colombia
• PBX 594 1894 Exts. 240 - 237 • correo electrónico: maestriatiae@pedagogica.edu.co



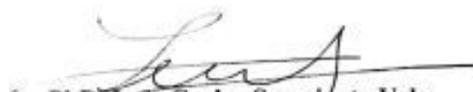
instituciones Educativas Departamentales IED Tecnológico de Madrid, IED Pompilio Martínez e Instituto Técnico Industrial Centro Don Bosco, a partir de la interacción con un ambiente de aprendizaje basado en espacios digitales tridimensionales.

Es importante señalar que esta actividad no conlleva ningún gasto para su institución y que se tomarán los resguardos necesarios para no interferir con el normal funcionamiento de las dinámicas propias de la institución educativa. De igual manera, se entregará a los acudientes/padres de familia un consentimiento informado donde se les invita a participar del proyecto y se les explica en qué consistirá la investigación.

Los estudiantes de maestría que llevarían a cabo esta actividad son:

Lic. JOAQUÍN HERNÁNDEZ NOPSA c.c 79863463
Lic. WILLIAM HERNANDEZ c.c 1030552079

Sin otro particular y esperando una buena acogida al trabajo investigativo.



Ph.D. Luis Carlos Sarmiento Vela
Coordinador MTIAE

Maestría en Tecnologías de la Información Aplicadas a la Educación.
• Calle 72 No. 11 - 86 Edificio B, Segundo piso Bogotá D.C, Colombia
• PBX 594 1894 Exts. 240 - 237 •correo electrónico: maestriatiae@pedagogica.edu.co

Anexo B.

Carta de autorización IED Pompilio Martínez

IED POMPILIO MARTÍNEZ

Cajicá, Cundinamarca., Abril ____ de 2017

Señores Padres de Familia y/o Acudientes:

Reciban un cordial saludo. El presente comunicado tiene como fin informar a ustedes (según Resolución 8430 de 1993) sobre el estudio que se realizará con estudiantes del ciclo de media técnica de la institución educativa el cual está enmarcado dentro de una de investigación " Efecto de un ambiente virtual de aprendizaje en el potencial creativo y su relación con el estilo cognitivo y habilidades espaciales: aproximación en estudiantes con formación en competencias de dibujo técnico" para el fortalecimiento de habilidades espaciales mediante la utilización de un Ambiente Digital Tridimensional y en el cual algunos de sus hijos tendrán la oportunidad de participar (previa autorización).

La investigación será realizada por los Licenciados Joaquín Hernández Nopsa y William Hernández optante al título de Magister en Tecnologías de la Información aplicadas a la educación de la Universidad Pedagógica Nacional. El proyecto cuenta con aprobación de las Directivas de la Institución Educativa Departamental Pompilio Martínez y con el apoyo de la Universidad Pedagógica Nacional.

Cabe aclarar que la participación en dicho proyecto, es de carácter voluntario tanto de los acudientes como de los estudiantes y que se realizará utilizando los tiempos normales dentro de la jornada escolar y sus correspondientes responsabilidades académicas. Los datos obtenidos serán confidenciales, no se usarán para ningún otro propósito fuera de esta investigación y no afectará de ninguna manera la integridad de los estudiantes. Así mismo si usted decide no autorizar la participación de su hijo (a) en el proyecto, no habrá ningún tipo de represalias ni cambios en el proceso escolar normal.

Durante el desarrollo de dicha investigación se pueden tomar fotografías, videos, llenar encuestas, responder entrevistas, realizar test, jugar videojuegos educativos y se podrán solicitar algunos datos personales de carácter básico.

Señor padre de familia y/o acudiente, tenga en cuenta que el objetivo de la investigación al fortalecer las habilidades espaciales y el potencial creativo en sus hijos puede traer muchos beneficios y que será una oportunidad para mejorar en su proceso académico.

Atentamente,

CARMEN MARTÍNEZ JOAQUÍN H. NOPSA
 Rectora IED Pompilio Martínez.

Lic Dibujo técnico IED Pompilio Martínez.

NOTA: POR FAVOR DEVOLVER FIRMADO EL PRESENTE COMUNICADO AUTORIZANDO O NO LA PARTICIPACIÓN DE SU HIJO(A) EN EL PROYECTO.

NOMBRE DEL PADRE DE FAMILIA O ACUDIENTE: _____

Acepto voluntariamente que mi hijo (a) participe en esta investigación dirigida por el Lic. Joaquín H. Nopsa y que he sido informado(a) de los fines de la misma. Si _____ NO _____

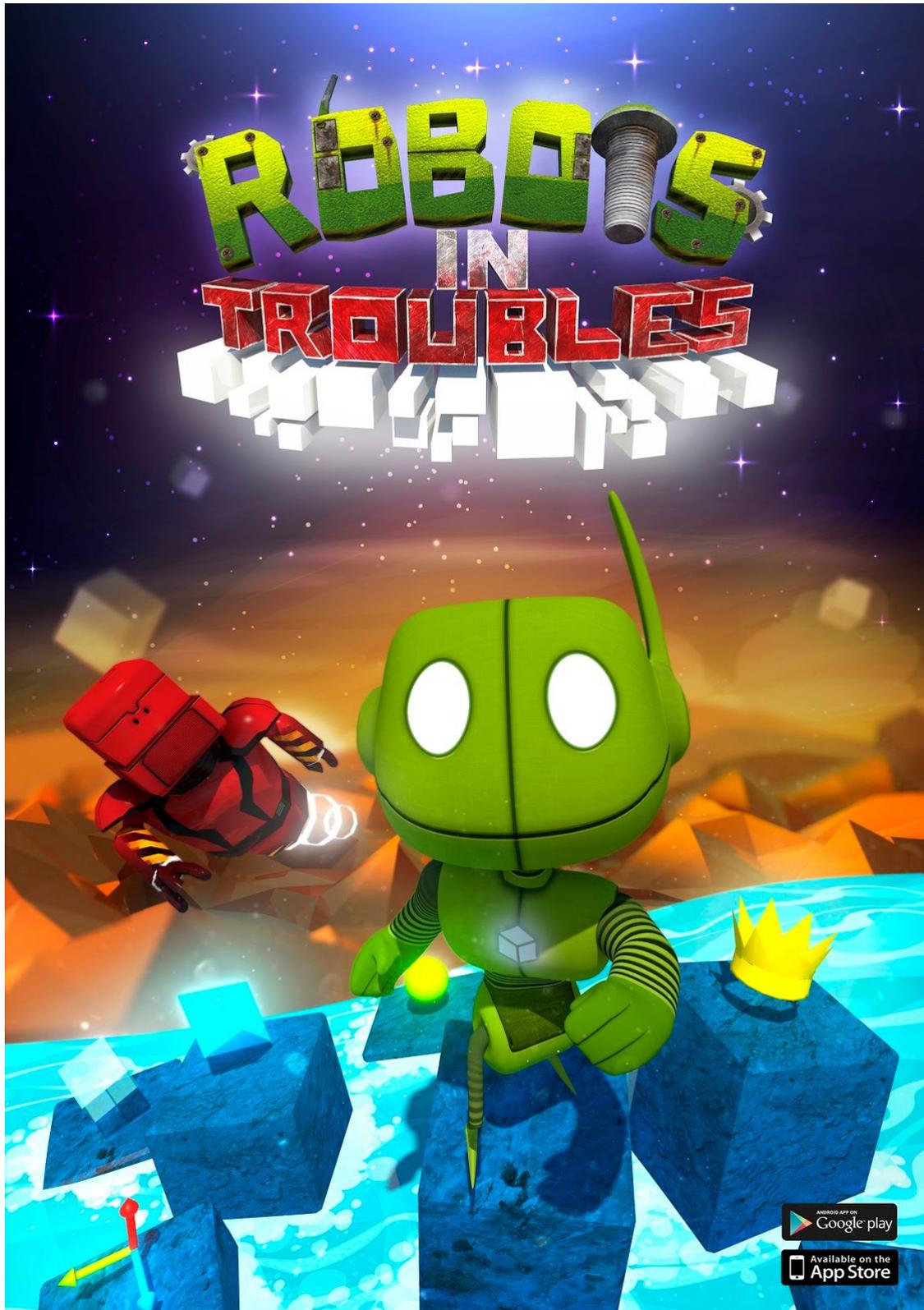
FIRMA: _____ C.C. No. _____ de _____

NOMBRE COMPLETO DEL ESTUDIANTE: _____

Acepto voluntariamente que mi hijo (a) participe en esta investigación dirigida por el Lic. Joaquín H. Nopsa y que he sido informado(a) de los fines de la misma. Si _____ NO _____

FIRMA: _____ C.C./TI No. _____ de _____

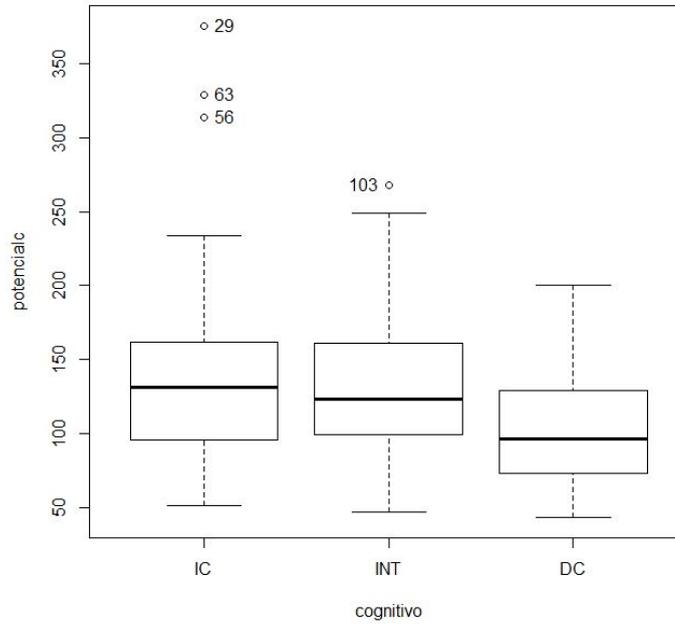
Anexo C.



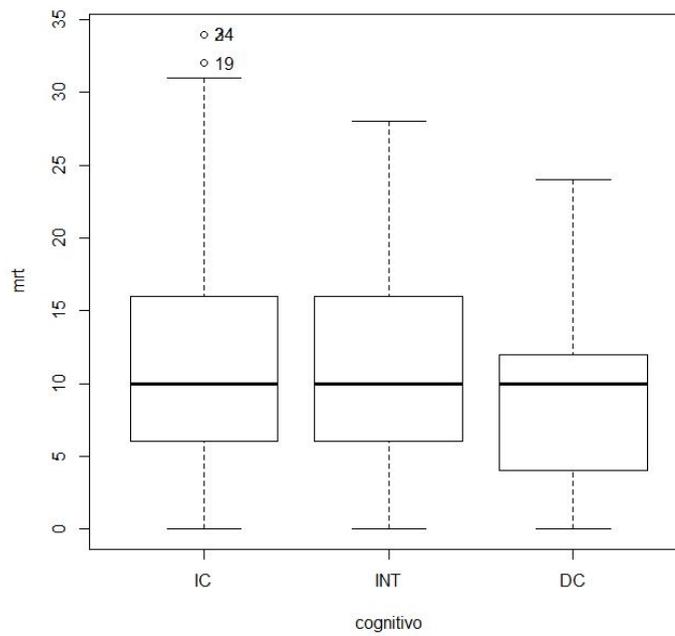
Anexo D.

Figura. D1. Interfaz de entrada *ROBOT IN TROUBLES*.
Fuente: Elaboración propia.

Anexo E.



*Figura. E1. Potencial creativo vs Estilo cognitivo.
Fuente: Elaboración propia.*



*Figura. E2. MRT vs Estilo cognitivo.
Fuente: Elaboración propia.*

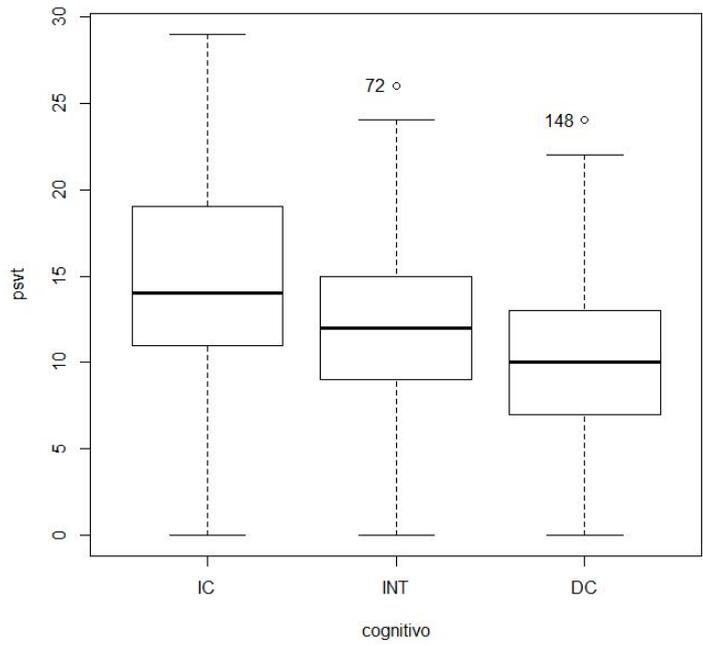


Figura. E3. PSVT vs Estilo cognitivo.
Fuente: Elaboración propia.

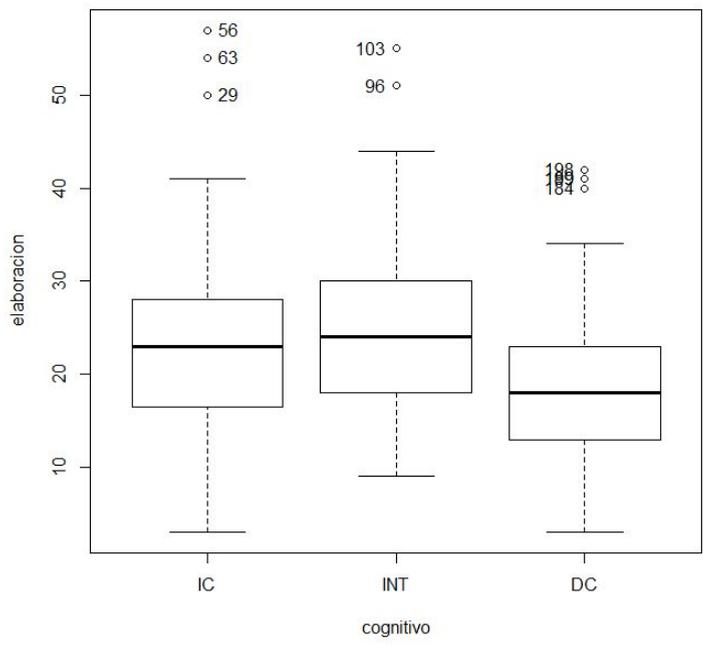


Figura. E4. Elaboración vs Estilo cognitivo.
Fuente: Elaboración propia.

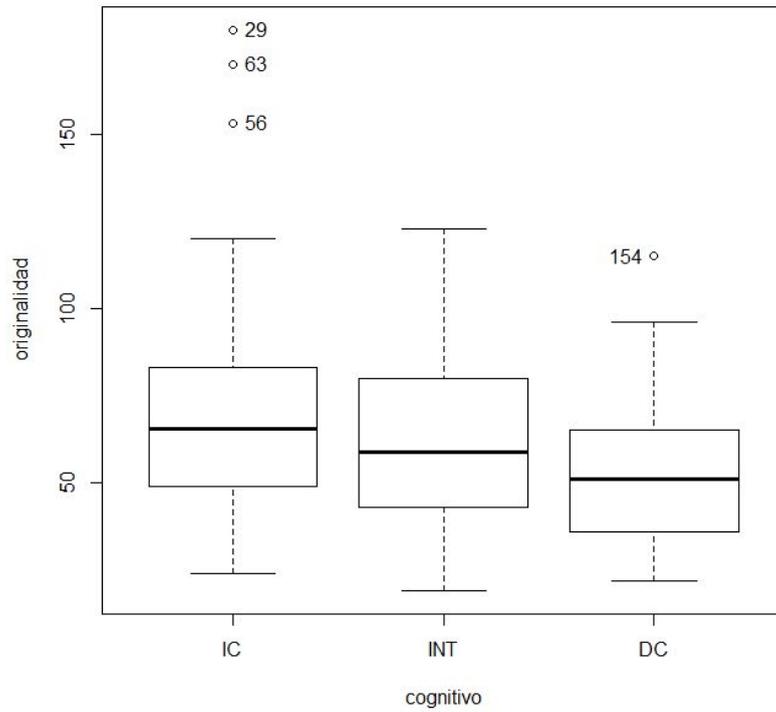


Figura. E4. Originalidad vs Estilo cognitivo.
Fuente: Elaboración propia.

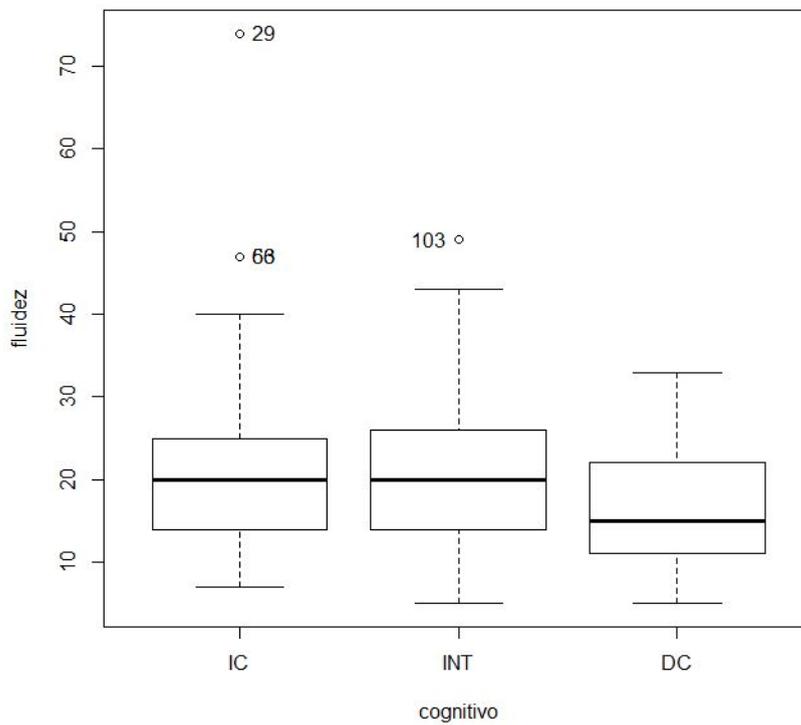


Figura. E6. Fluidez vs Estilo cognitivo.
Fuente: Elaboración propia.

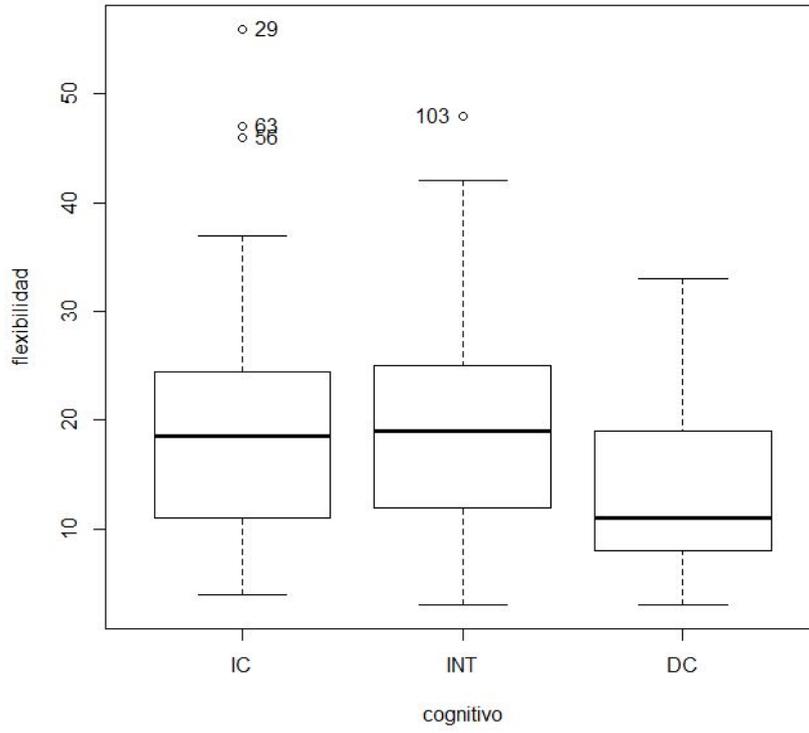


Figura. E7. Flexibilidad vs Estilo cognitivo.
Fuente: Elaboración propia.

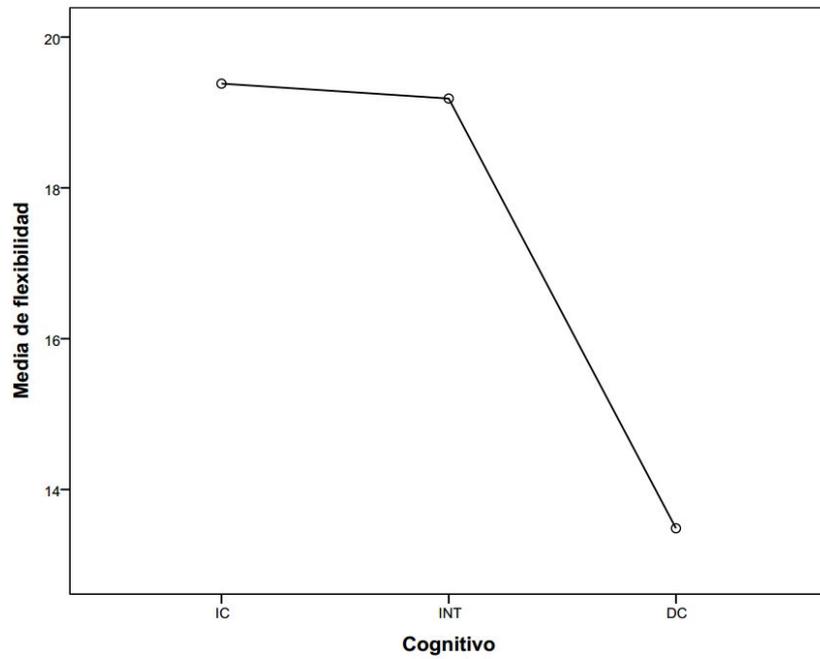
Anexo F.

Figura. F1. Media de Flexibilidad vs Estilo cognitivo.

Fuente: Elaboración propia.

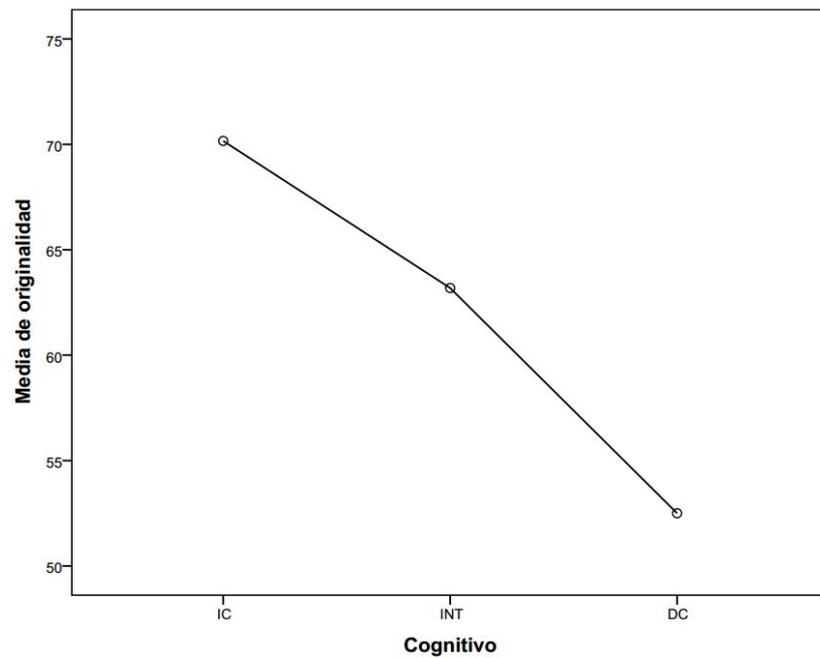


Figura. F2. Media de Originalidad vs Estilo cognitivo.

Fuente: Elaboración propia.

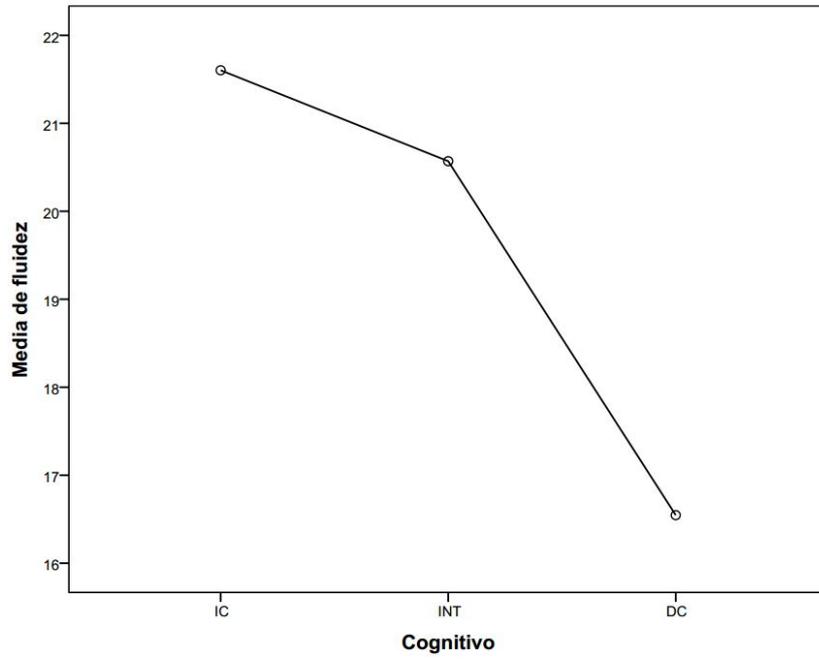


Figura. F3. Media de Fluidez vs Estilo cognitivo.
Fuente: Elaboración propia.

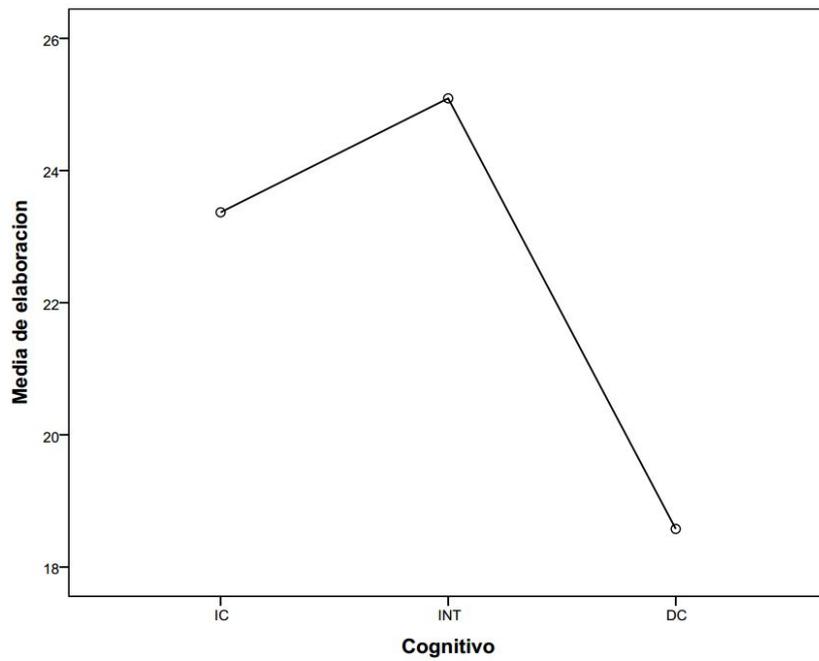


Figura. F4. Media de Elaboración vs Estilo cognitivo.
Fuente: Elaboración propia.

