



Desarrollo del Pensamiento Espacial en Entornos Escolares Adaptativos y Colaborativos- Visión desde los Sistemas Complejos.

Spatial Thinking Development in School and Collaborative Spheres -A Complex System View-

Parada M.P¹⁻²⁻³; Castillo de Cuadros. O.B⁴ & Fernández N¹⁻³

¹Grupo en Ecología y Biogeografía, Universidad de Pamplona, Colombia.

²Maestría en Educación, Facultad de Educación, Universidad de Pamplona.

³Laboratorio de Investigaciones en Hidroinformática, Universidad de Pamplona, Colombia.

⁴ Facultad de Educación, Grupo en Investigación Pedagógica

Resumen

Las geociencias, las ciencias cognitivas, las ciencias de la complejidad son elementos básicos para el desarrollo de nuevas metodologías que promuevan el mejoramiento del pensamiento espacial en ámbitos escolares. Sin embargo, la desconexión de conceptos, instrumentos y métodos para la enseñanza del mismo, se ha convertido en la mayor limitante para su desarrollo. En este contexto, este trabajo pretendió, promover el desarrollo del pensamiento espacial desde la generación de un entorno auto-organizante, adaptable y colaborativo entre pares, con soporte en un enfoque de sistemas complejos. Para tal fin, se desarrolló una metodología de aprendizaje que promovió la colaboración y la adaptación a nuevas situaciones, como parte del desarrollo del pensamiento complejo en niños con diversas capacidades y competencias. Las fases metodológicas comprendieron la caracterización de pre-saberes sobre formas, regiones, paisajes, entre otras. Posteriormente se dio la generación de redes de empatía y finalmente una red de liderazgo. El resultado de la mediación, mostró un incremento porcentual de hasta el 180% en algunos alumnos. No obstante en todos los casos el pensamiento espacial alcanzó el más del doble del desarrollo hallado en el pretest. En este aspecto, hubo diferencias altamente significativas ($p < 0,001$) antes y después de la intervención basada en la auto-organización. Los resultados de esta investigación permitieron observar que el conocimiento mediado por la cooperación no es uno de los valores en el aula de clase, como si lo es la competencia. Sin embargo, el enfoque desde los sistemas complejos, permitió la mejor interacción de los estudiantes y el desarrollo de un aprendizaje colectivo que permitió un mejor flujo de la información en cuanto al pensamiento espacial.



118

Palabras Claves: Enseñanza-Aprendizaje, Auto-organización, Emergencia, Complejidad, Redes de Conocimiento, Ciencia de Datos.

Abstract

Geosciences, cognitive sciences, and complexity sciences are essential elements for new methodologies development promote the improvement of spatial thinking in school environments. However, the concepts, instruments, and methods disconnection in the teaching practice has become the most significant limitation for spatial thinking improvement. Based on an integrated and complex systems approach, this work was focused in to promote the development of spatial thinking from the generation of a self-organizing, adaptable, and collaborative environment among peers. Thus, a learning methodology that helped the collaboration and adaptation to new situations, as part of the development of complex thinking in children with diverse abilities and competencies, was developed. Methodological phases included the characterization of pre-knowledge about forms, regions, landscapes, among others — the generation of empathy networks and a leadership network. Results of the mediation showed a high percentage of increase in the spatial thinking performance of 180%. However, in all cases, spatial thinking reached more than twice the development found in the pretest. In this regard, there were highly significant statistical differences ($p < 0.001$) before and after the intervention based on self-organization. The findings of this investigation allowed us to argue that knowledge mediated by cooperation is not one of the values in the classroom as the competition. Therefore, approaches from complex systems, provide the best interaction of students and the development of collective learning that allows a better flow of information in terms of spatial thinking.

Keywords: Teaching-Learning, Self-Organization, Emergence, Complexitiy, Knowledge, Networks, Data Science.

1. Introducción

El pensamiento espacial, como competencia, suele ser inexistente en el currículo de la educación básica primaria. Alternativamente, es común ver que la orientación de este tema, está direccionada casi que exclusivamente a contenidos de geografía, a lo que se suma que los contenidos se dan forma sectorizada (Kastens and Ishikawa, 2006). En este sentido, es claro que existe desconexión de las temáticas



119

y los conceptos, hecho que dificulta su integración posterior en la interpretación del ambiente natural que nos rodea. Cabe destacar que, el Ministerio de Educación Nacional de Colombia, ha recomendado que los orientadores de Ciencias Sociales reconozcan, en su rol de profesionales y ciudadanos, la urgente necesidad ética y social de no seguir educando en la información y memorización reproductivas.

En este contexto, un adecuado enfoque para el desarrollo de pensamiento espacial requiere, en primera instancia, de lograr representaciones mentales adecuadas a grandes escalas y un entendimiento espacial en tres dimensiones. Para esto se deben integrar de forma balanceada, no sólo el conocimiento de las geociencias y las ciencias cognitivas (Froese, 2012), sino además el enfoque de las ciencias de la complejidad (Fernández, Maldonado, & Gershenson, 2014). Es claro que el espacio en que nos desenvolvemos y desarrollamos como seres sintientes, debe ser observado como el conjunto de interacciones de distintos elementos, componentes, subsistemas y sistemas. Es decir, la integridad, la unicidad, la complejidad del ambiente no debe ser pasada por alto (Janelle and Googchild, 2011) .

En segunda instancia, el enfoque requiere de un aprendizaje basado en la cooperación. Ya ha sido ampliamente reconocido que los jóvenes de hoy aprenden entre pares, más que desde la instrucción directa del profesor. Se ha destacado que la interacción entre alumnos puede alcanzar niveles del 97% (Araya, Behncke, Linker, & van der Molen, 2015). El trabajo colaborativo en el aula es el promotor de posturas críticas y reflexivas, promovidas desde la práctica pedagógica donde el docente es un facilitador y no como el actor central que todo lo dirige. Por ende, la un orden propio (auto-organización) debe ser generado a partir de las interacciones no impuestas entre los alumnos.

Sobre la base de las anteriores consideraciones, este trabajo buscó el promover el desarrollo del pensamiento espacial, desde la generación de un entorno auto-organizante, adaptable y colaborativo entre pares, con soporte en el enfoque de las ciencias de la complejidad. Con el trabajo el trabajo colaborativo en el aula se buscó además el desarrollo del pensamiento analítico que permite mantener posturas críticas y reflexivas sobre la práctica pedagógica.

Este documento se organiza de la siguiente manera, la sección dos presenta los métodos e instrumentos desarrollados. La sección tres describe los resultados obtenidos y su análisis a través de métodos multivariados e indicadores de

120

desempeño relativo antes y después de la intervención. La sección cuatro discute los hallazgos en cuanto al desarrollo del pensamiento espacial y la sección cinco cierra el documento con una síntesis.

2. Metodología

2.1. Caracterización de los presaberes

Para esta actividad se consideró la aplicación de una prueba de conocimiento a manera de diagnóstico de los pre-saberes. Para tal fin, se aplicó un cuestionario de 12 preguntas, direccionadas a indagar por conocimientos previos de geografía en los temas de formas del relieve, paisajes de la tierra, límites marítimos de Colombia, ubicación geográfica, continentes, océanos. Al mismo tiempo se elaboró un cuestionario de diagnóstico para conocer el uso y manejo de las TIC, por parte de estudiantes y docentes.

Con los datos aportados por los cuestionarios, se construyó una matriz de caracterización mixta de variables cualitativas y cuantitativas. Desde esta base, se llevaron a cabo análisis multivariados de componentes principales y de clasificación jerárquica con soporte en la plataforma R y los paquetes FactoMiner, y el plug-in de Rcommander (Lê, Pagès, & Husson, 2008) .

2.2. Intervención desde el enfoque de los sistemas complejos

2.2.1. Generación de redes de empatía y redes de liderazgo

Las redes de empatía fueron construidas desde mapas de conectividad obtenidos de las referencias hechas por los estudiantes a la pregunta con quien le gustaría interactuar para el trabajo. La representación y análisis se dio en la plataforma R y las librerías Igraph y Viznetwork (Csárdi & Nepusz, 2014).

El análisis de la estructura de la red, permitió determinar los estudiantes con mayor centralidad e intermediación. A partir de ello, se estableció una red de liderazgo a la que se le establecieron las cualidades de los nodos centrales.

2.2.2. Análisis Estadístico-Matemático de la intervención.

El análisis de los resultados de antes y después de la intervención fueron sometidos a pruebas de hipótesis de homogeneidad de varianzas (Prueba F), para posteriormente calcular una prueba t pareada acorde con los lineamientos expresados en (Dessau & Pipper, 2008). Adicionalmente se realizaron diagramas de dispersión comparativos entre el rendimiento previo y posterior para observar el grado de superación de los niveles previos de pensamiento espacial. También se realizaron cálculos de la mejora relativa expresada en diagramas de barras.

3. Resultados

3.1. Caracterización de presaberes

Los resultados de las respuestas, incluidos los estudiantes que las generaron, se observan en la figura 1. En ella se observa la distribución valores bajos para variables como el entorno, formas, paisajes, regiones, límites, extremos, ubica regiones y ubica a Colombia. Tan sólo los océanos tuvieron un reconocimiento apropiado por parte de los estudiantes.

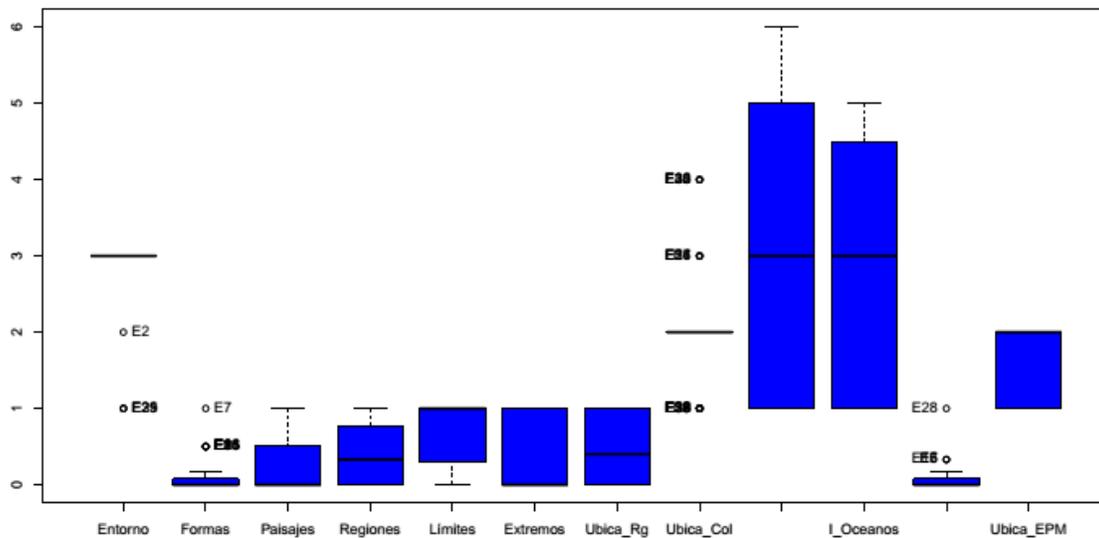
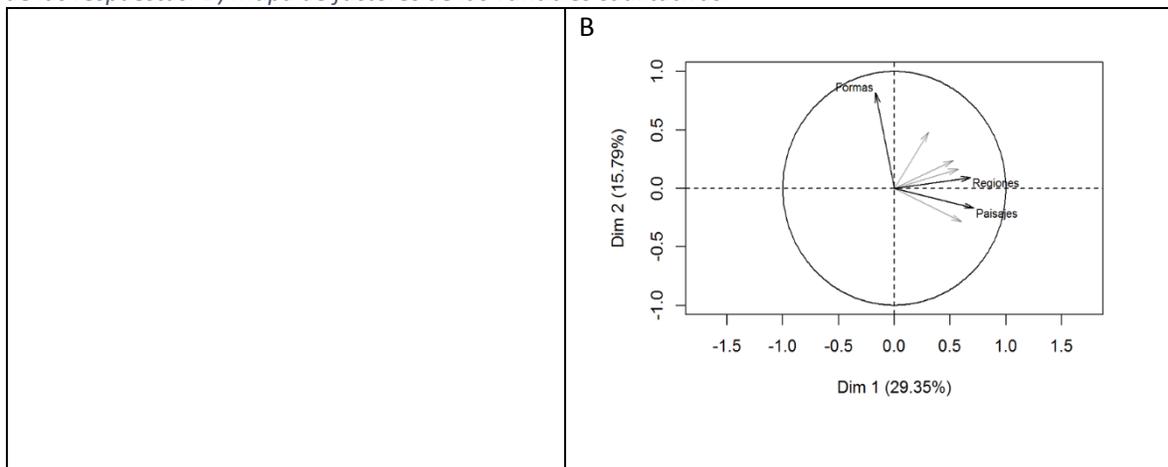


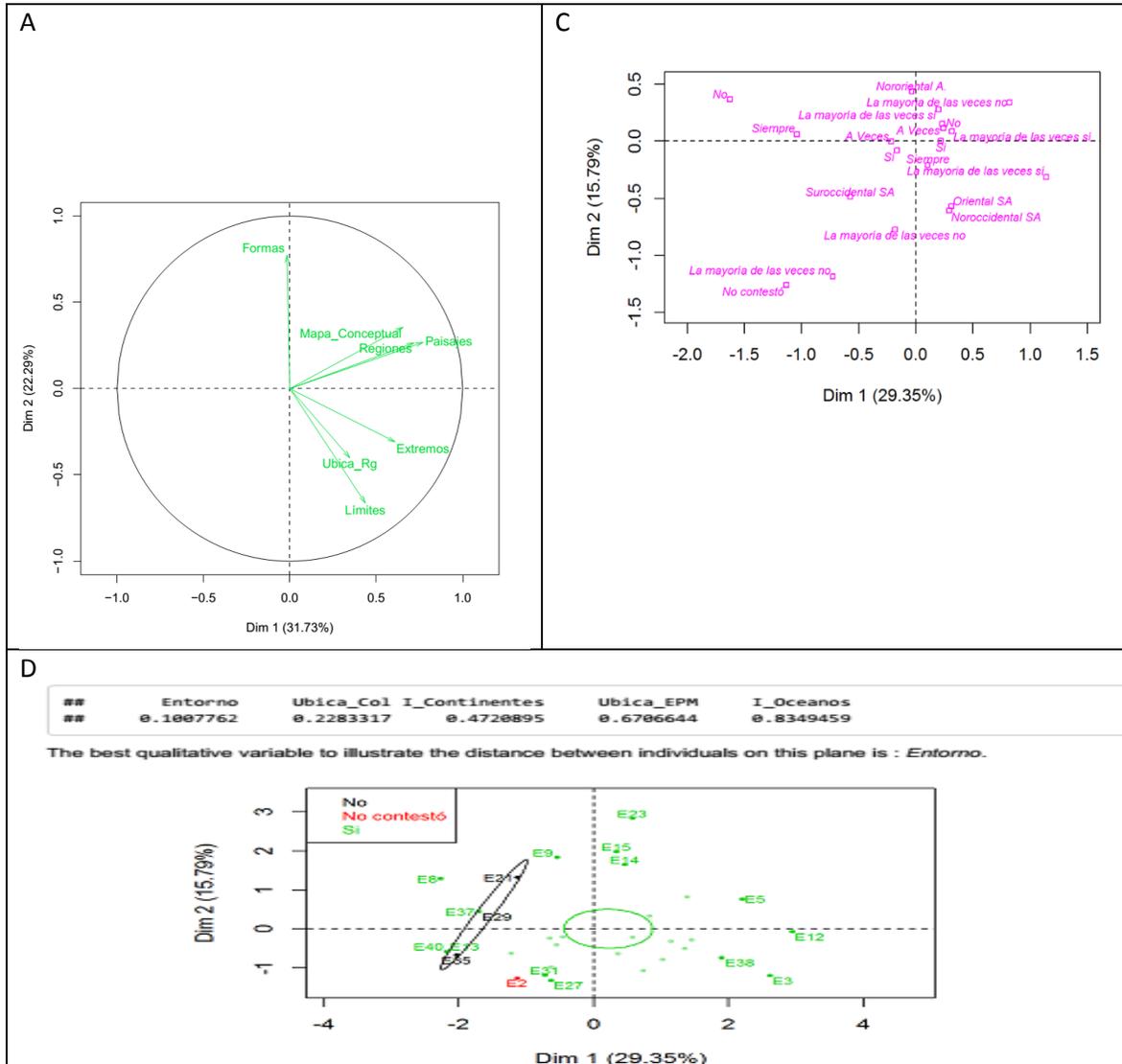
Figura 1 Diagramas de cajas de las respuestas al taller de presaberes.

122

La caja 1 presenta el análisis de componentes principales (ACP) en el que las variables son dispuestas en un plano bidimensional de acuerdo con su grado de correlación y varianza. En la sección A se observa la forma general de agrupamiento de las variables. Se distingue que formas se ubica completamente separada de las demás, y que se dan dos grupos, uno conformado por mapa conceptual, paisajes y regiones, y otro por extremos, regiones y límites. La parte B de la caja muestra las variables que “activas”, en tanto las que no se muestran son más ilustrativas. En este sentido estas variables son más responsables de la contribución y la variabilidad explicada del 45.14% en el plano. Este último valor que se corresponde con la suma de la varianza de los dos primeros componentes. En B, se observa que Se estima que las variables cuantitativas que marcan la diferencia con los individuos fueron Formas, Regiones y Paisajes. La parte C tiene que ver con la ordenación de las respuestas a cada una de las preguntas de los estudiantes, donde las respuestas de las zonas nororiental, suroccidental y noroccidental muestran diferencias marcadas, y constituyen por si grupos distintos. Finalmente la subfigura D muestra el mapa de factores de las variables cualitativas que estadísticamente generaron separación entre los individuos, el entorno y las ubicaciones de Colombia, regiones y océanos, tienen un peso importante en el desarrollo del pensamiento espacial. Estadísticamente hablando desde la Prueba de Wilks, la variable cualitativa que mejor ilustra la distancia entre los individuos en el plano, es Entorno

Caja 1 Caracterización de los presaberes sobre geografía desde análisis multivariados mixtos. A) Análisis de componentes principales de los conceptos iniciales-ACP. B) Variables determinantes en el ACP. C) Ordenación de las respuestas. D) Mapa de factores de las variables cualitativas.





A partir de la ordenación ACP se realizó un análisis jerárquico que dio como resultado 3 clusters o conglomerados, como se muestra en la figura uno, en la que se detalla que variables fueron determinantes para cada grupo. En tanto, en cada triángulo, se observan los estudiantes que hicieron parte de estas respuestas.

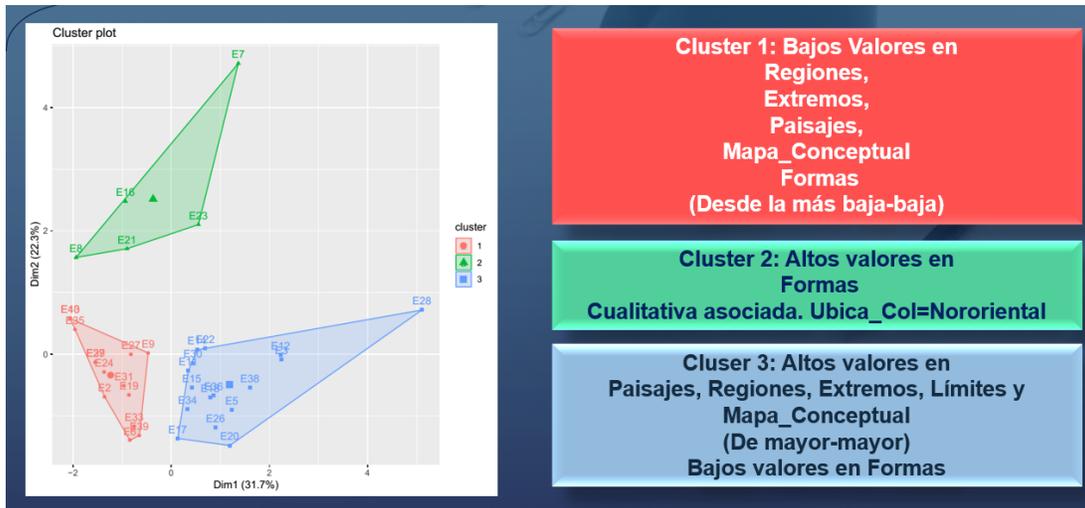


Figura 2 Agrupamientos de los alumnos acorde con las respuestas de sus pre-saberes

El ACP y agrupamiento jerárquico, también permitieron caracterizar algunos de los estudiantes que se destacan de acuerdo con sus respuestas. Por ejemplo: E5 tuvo altos valores en Formas y paisajes. E24 en Mapa conceptual y paisajes.

3.2. Análisis de Redes

El análisis de redes se muestra en la figura 3 en donde la E39 (Valerie) tiene el mayor grado de empatía entre todos sus compañeros. La figura 4 muestra algunos de los calificativos que la llevaron a ser reconocida como líder por sus compañeros.

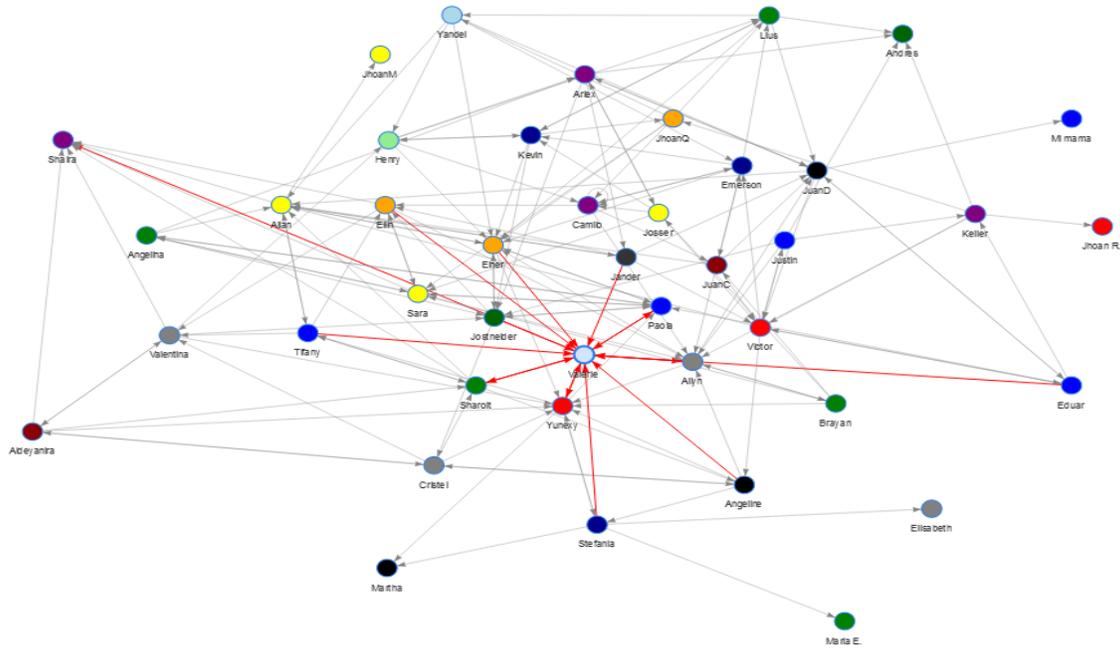


Figura 3 Red de empatía

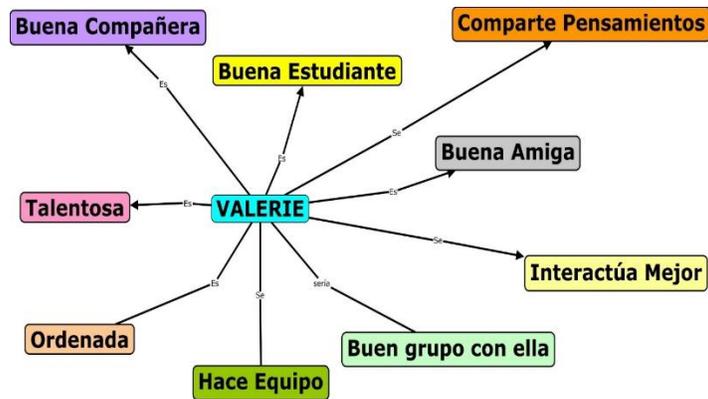


Figura 4 Valoración sobre el liderazgo de la estudiante con mayor empatía

A partir de los resultados de la red de empatía se pudo obtener la siguiente distribución de los estudiantes acorde con los líderes identificados, como se observa en la tabla 1. A través de los estudiantes con alto grado de empatía y centralidad (encabezado), se definió hacer circular los contenidos, para que fuesen más accesibles a sus pares. En este sentido, el profesor fue un facilitador más que un protagonista en el aula, en tanto el desarrollo del pensamiento espacial se generaba,

Tabla 1 Redes de liderazgo identificadas a partir de la red de empatía

E3	E19	E8	E18	E28
E1 Sería buen grupo con ella	E9 Buen estudiante	E30 Buen amigo	E4 Es divertida	E7 Buena amiga
E2 Buena estudiante	E11 Mejor amigo	E21 Hacemos buen equipo	E15 Es divertida	E33 Buena amiga
E6 Buena compañera	E17 Buen amigo	E27 Hacemos equipo		E38 Es inteligente
E13 Buena alumna	E23 Es rápido	E29 Buen amigo		E5 Es responsable
E14 Interactúo mejor	E24 Buen amigo	E31 Buen amigo		E22 Es inteligente
E20 Ordenada	E34 Nos llevamos bien	E40 Hacemos equipo		
E32 Es talentosa	E10 Trabaja bien			
E26 Hacemos equipo				
E35 Comparte pensamientos				
E36 Buena amiga				
E37 Buena amiga				
E39 Buena amiga				

3.3. Resultados después de la intervención

Los resultados después de la mediación se muestran en la figuras 6, en donde se el plano relaciona los resultados antes y después de la intervención. En este sentido, dado que todos los resultados de la intervención fueron mayores después de la misma, las pareja ordenas se ubicaron por encima de la diagonal roja, en la zona de incremento.

A la dispersión de los puntos se le calculó una función de tendencia (línea punteada) y su correspondiente ecuación de regresión. Desde allí se puede observar que el pensamiento espacial posterior tiene un incremento de 0,6819 unidades por cada unidad del pensamiento espacial de base con el que los alumnos llegan. Esto quiere decir que hay por unidad un incremento del 68,19%, lo que sugiere un incremento apreciable.

El coeficiente de correlación, significativo para la cantidad de valoraciones hechas, muestra que el 81,74% de los resultados de la mejora del pensamiento espacial, dependen de la intervención. El 18,26% restante (para completar el 100% de explicación del fenómeno), se debe a otros aspectos distintos a la intervención que no fueron considerados.

127

La figura 8 muestra el porcentaje de mejora relativa (porcentual) individual de cada uno de los estudiantes (barra superior). La barra inferior es el porcentaje de base con el que el estudiante llegó.

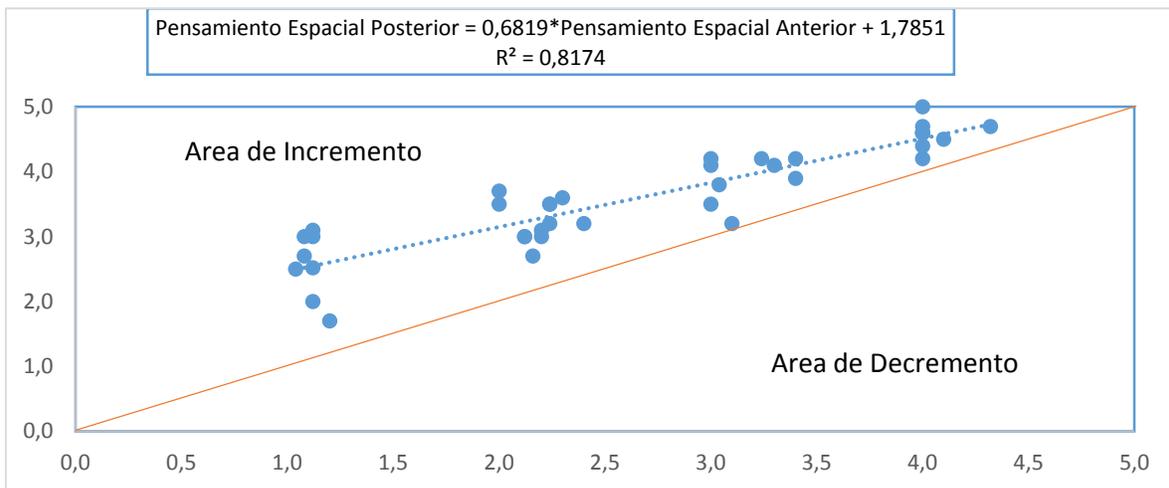


Figura 5 Resultados comparativos antes y después de la mediación y análisis de regresión del incremento. La línea naranja corresponde al límite donde el desempeño antes y después fue el mismo. La zona superior a esta línea posicional rendimiento que fue superior después de la mediación. La línea punteada corresponde a la línea de tendencia de la regresión, cuya ecuación encabeza la figura.

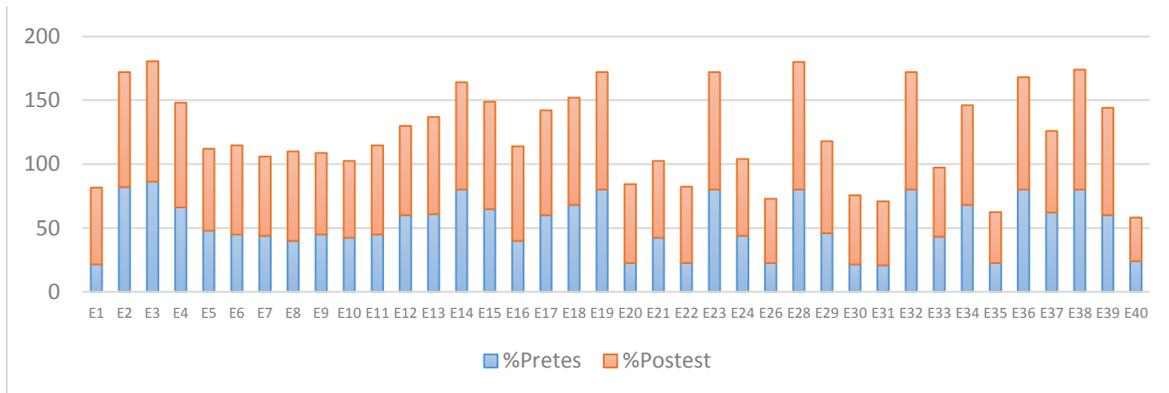


Figura 7 Incremento relativo después de la mediación. La barra naranja muestra el incremento porcentual del entendimiento de los estudiantes después de la mediación.

La efectividad de la intervención se confirmó a través de la prueba de hipótesis prueba t para dos muestras con varianzas desiguales. La desigualdad de las varianzas fue confirmada por una prueba con anterioridad con una prueba F ($p=0,045191674$). El valor de t para una cola fue de $-4,379565704$, la cual fue inferior al valor crítico de $1,667238549$. Esto quiere decir que existieron diferencias altamente significativas ($p=2,07157E-05$, $p<0,001$) entre el razonamiento inicial y

posterior a la implementación de la estrategia pedagógica basada en sistemas complejos.

3.4. Análisis de variables después de la aplicación de estrategias

La figura 9 muestra el ACP y el análisis jerárquico después de la intervención. Los estudiantes con etiqueta son los de mayor contribución en la varianza. Los grupos (Clusters) mostrados se componen y caracterizan por los siguientes individuos y variables:

- El Grupo 1 (E16, E21, E24, E34 y E40), se caracteriza por valores bajos para las variables PARA_MER, Regiones, Paisajes y Ubicación (Variables ordenadas desde la más baja en calificación).
- El grupo 2 (E26, E30 y E36), se caracteriza por altos valores en la variable Límites y bajos valores para la variable regiones.
- El grupo 3, que incluye a E9 solamente, se caracteriza por valores bajos de la variable ubicación.
- El grupo 4 está integrado por individuos con altos valores para la variable Paisajes
- El grupo 5 incluye los individuos que comparten altos valores para Regiones y PARA_MER (De mayor a menor), y bajos valores de Paisajes
- El grupo 6 por individuos, como E28, que comparten altos valores en las variables regiones, paisajes, PARA-MER y ubicación.

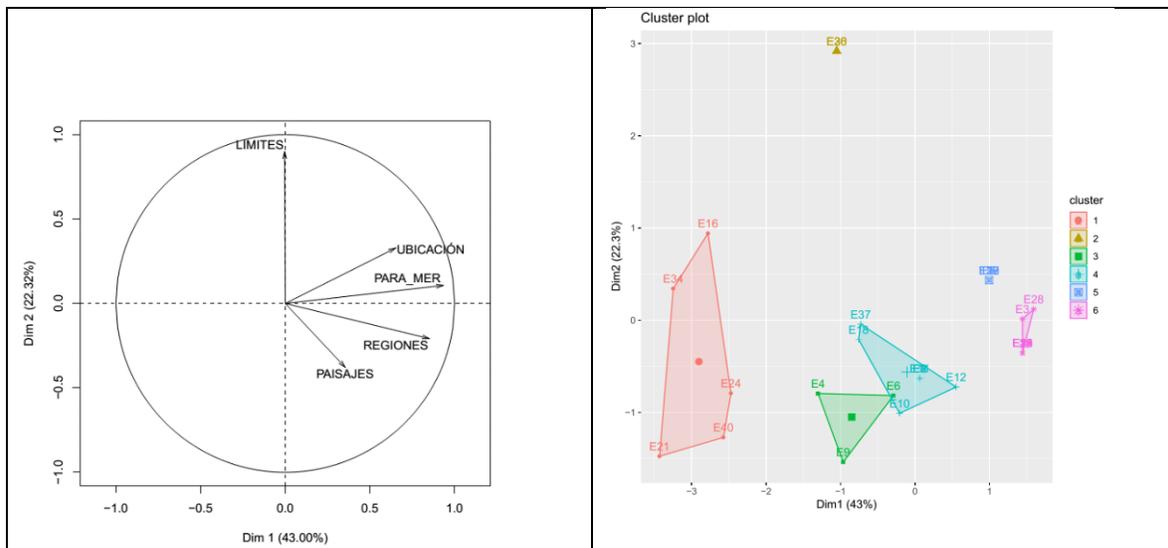


Figura 6 Análisis de agrupamiento de variables y estudiantes después de la intervención

4.-Discusión

3.5.Estudiantes, cooperación y empatía

Desde el enfoque metodológico de sistemas complejos planteado y los resultados obtenidos, fue notorio que el desarrollo del pensamiento espacial en un entorno escolar surge de mejor forma cuando la cooperación opera. El aprendizaje facilitado por el profesor y mediado por los alumnos en su rol de pares, muestra tener mayor efectividad. Este hecho, demuestra que en entornos de aprendizaje las interacciones entre alumnos son relevantes y de alta calidad (Araya et al., 2015).

De la red de liderazgo obtenida fue evidente que las interacciones relevantes se dieron sobre la base de la empatía existente entre los estudiantes. Es evidente que la empatía se da con mayor frecuencia entre amigos, pero también surge cuando alguien necesita ayuda. Cabe destacar que la empatía como capacidad cognitiva y emocional es la que da origen a comportamientos altruistas, lo que hace que nuestra conducta sea más pro-social. En este contexto, surgen conductas más saludables en tanto se considera a los demás (Chinea, 2015).

En cuanto al profesor, desde la observación de las interacciones resultantes, es considerable que el papel del profesor debe ser repensado. Un docente, en la actualidad debe actuar como facilitador, como un mentor, en tanto reconoce los comportamientos individuales y promueve mayores interacciones para que se genere información nueva no preexistente.

El docente, además, debe considerar que las condiciones cognitivas de cada alumnos están asociadas a sus emociones. Que cuando los alumnos cooperan se promueve el estado de flujo y que al fluir se hacen presentes sentimientos de satisfacción, más que nada por los logros alcanzados, hecho que promueve la confianza para abordar nuevos retos de mayor dificultad (Fernández, Huertas, Rodríguez, & Gershenson, 2014).

En promueve estados de flujo, y que en estado de flujo los estados posibles para la solución de retos se incrementan. En este sentido, la cooperación incrementa la adaptabilidad de cada estudiante, por una surge una mayor cantidad de estados para la solución de los retos.

Finalmente, destacamos que cuando en el proceso de enseñanza aprendizaje, el docente reconoce los factores del contexto dentro y fuera del ambiente escolar, que

130

pueden generar comportamientos adición al estado de flujo, existen elementos que brinda la ley de variedad requerida de Ashby y que hacen sinergia en el desarrollo del pensamiento espacial. Particularmente cuando se considera la cooperación pro-altruistas y pro-coperadores, o pro-egoistas, es posible que el profesor pueda mediar en proceso de enseñanza desde la auto-regulación de los estudiantes (Batson et al., 1988; Breeman et al., 2015).

4. Lecciones aprendidas y comentario Final

Los resultados de este trabajo hicieron parte del establecimiento de una metodología de aprendizaje que promoviese la colaboración y la adaptación a nuevas situaciones, como parte del desarrollo del pensamiento complejo en niños con diversas capacidades y competencias y donde la competencia es uno de los valores más arraigados en el salón de clase.

Como hallazgos importantes en esta investigación podemos destacar que:

- Los cambios metodológicos en la clase, durante el desarrollo de las actividades exploratorias generó una actitud en los estudiantes de motivación para la realización de las actividades, trabajo pedagógico auto-organizado, comunicativo, compañerista, de liderazgo, respeto, y unión.
- Ante inconvenientes tecnológicos, para la ejecución de tareas propuestas, se evidenciaron conductas pro-sociales como el apoyo, la solidaridad y colaboración entre ellos para trabajar de forma grupal y no individual.
- Los estudiantes potencializaron el desarrollo su pensamiento espacial, al desarrollar actividades en contextos diferentes al aula de clase, como salidas de campo. Fue en el terreno, donde se estimuló la estructuración del pensamiento, debido a la necesidad de comparar y confrontar, al reto de asumir posturas críticas frente a la realidad que observan.
- Las herramientas computacionales y de sistemas complejos introducidas facilitaron el de desarrollo de habilidades de pensamiento espacial referidas a: *observación, análisis, síntesis, representación e interpretación de la información geográfica.*

Sobre la base de los resultados obtenidos, podemos argumentar que para un adecuado desarrollo del pensamiento espacial, el docente ha de ser consciente de las condiciones de cooperación, empatía y altruismo, y facilitación empática existentes en sus estudiantes (Kiefer, Alley, & Ellerbrock, 2015). Esta es la base para promover un ambiente pro-social en el salón de clase que se torne motivante y dispuesto para avanzar en nuevos retos de nuevos aprendizajes (Ryan & Patrick,

2007). Desde esta perspectiva, el enfoque de los sistemas complejos, que basa su quehacer en promover interacciones de alta calidad, o relevantes, surge como alternativa para obtener resultados mejorados (emergentes) no esperados en los ámbitos escolares. Es notorio, que si bien la cooperación está como un valor intrínseco de cada uno de nosotros, se deben promover las condiciones para que la cooperación surja como conducta mediada desde la auto-organización que facilita el flujo de información entre pares. En este sentido, la enseñanza mediada por la auto-organización, genera nuevas soluciones pedagógicas y nuevos comportamientos pro-activos, como se pudo observar en este trabajo (Fernández, Huertas, et al., 2014). En estas condiciones, fue posible fomentar el desarrollo del pensamiento espacial, dada la integración de diversas áreas del saber, el manejar información, participar en escenarios colaborativos, innovar y crear mejores soluciones.

Por su parte el docente, en condiciones de auto-organización, es un gestor de información que maneja diferentes entornos de aprendizaje e incorpora una pedagogía del pensamiento complejo.

El desarrollo de este ejercicio pedagógico, permitió generar cambios en las actividades con una metodología colaborativa, adaptativa, en el que talleres, videos y trabajo en equipo de los estudiantes en las clases y salida de campo, permiten una mirada diferente de la enseñanza de la geografía en la escuela por parte de los estudiantes (Jennings & Greenberg, 2009).

Referencias Bibliográficas

- Araya, R., Behncke, R., Linker, A., & van der Molen, J. (2015). Mining social behavior in the classroom. In *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-24306-1_44
- Batson, C. D., Dyck, J. L., Brandt, J. R., Batson, J. G., Powell, A. L., McMaster, M. R., & Griffitt, C. (1988). Five Studies Testing Two New Egoistic Alternatives to the Empathy-Altruism Hypothesis. *Journal of Personality and Social Psychology*. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.55.1.52>
- Breeman, L. D., Wubbels, T., van Lier, P. A. C., Verhulst, F. C., van der Ende, J., Maras, A., ... Tick, N. T. (2015). Teacher characteristics, social classroom relationships, and children's social, emotional, and behavioral classroom adjustment in special education. *Journal of School Psychology*. <https://doi.org/10.1016/j.jsp.2014.11.005>
- Chinaea, A. (2015). *Altruismo, empatía, autoestima: ¿Son las personas más solidarias las que más se oponen a recibir ayuda?* Universidad de la laguna. Retrieved from [https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/928/Altruismo%2C empatia y autoestima ¿son las personas mas solidarias las que mas se oponen a recibir yuda.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/928/Altruismo%2C%20empatia%20y%20autoestima%20¿son%20las%20personas%20mas%20solidarias%20las%20que%20mas%20se%20oponen%20a%20recibir%20ayuda.pdf?sequence=1&isAllowed=y)



132

- Csárdi, G., & Nepusz, T. (2014). The igraph software package for complex network research. *Journal of Computer Applications*. <https://doi.org/10.3724/SP.J.1087.2009.02191>
- Dessau, R. B., & Pipper, C. B. (2008). [“R”-project for statistical computing]. *Ugeskrift for Laeger*.
- Fernández, N., Huertas, M., Rodriguez, F., & Gershenson, C. (2014). Complex Learning, Leadership and Flow. In *International Congress on Systems and Cybernetics* (pp. 263–279). Ibagué: WOSC. Retrieved from <http://wosc-congress.unibague.edu.co/>
- Fernández, N., Maldonado, C., & Gershenson, C. (2014). Information Measures of Complexity, Emergence, Self-organization, Homeostasis, and Autopoiesis. In M. Prokopenko (Ed.), *Guided Self-Organization: Inception SE - 2* (Vol. 9, pp. 19–51). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-53734-9_2
- Froese, T. (2012). From adaptive behavior to human cognition: a review of Enaction. *Adaptive Behavior*, 20(3), 209–221. Retrieved from <http://adb.sagepub.com/content/20/3/209%5Cnhttp://adb.sagepub.com/content/20/3/209.full.pdf%5Cnhttp://adb.sagepub.com/content/20/3/209.short>
- Jennings, P. A., & Greenberg, M. T. (2009). The Prosocial Classroom: Teacher Social and Emotional Competence in Relation to Student and Classroom Outcomes. *Review of Educational Research*. <https://doi.org/10.3102/0034654308325693>
- Kiefer, S. M., Alley, K. M., & Ellerbrock, C. R. (2015). Teacher and Peer Support for Young Adolescents’ Motivation, Engagement, and School Belonging. *RMLE Online*. <https://doi.org/10.1080/19404476.2015.11641184>
- Lê, S., Pagès, J., & Husson, F. (2008). FactoMineR : An R Package for Multivariate Analysis. *Journal of Statistical Software*.
- Ryan, A. M., & Patrick, H. (2007). The Classroom Social Environment and Changes in Adolescents’ Motivation and Engagement During Middle School. *American Educational Research Journal*. <https://doi.org/10.3102/00028312038002437>

*Para citar este artículo: Parada M.P; Castillo de Cuadros. O.B; Fernández N. Spatial Thinking Development in School and Collaborative Spheres.-A Complex System View-.Revista Bistua. 2019.17(3):117-132.

+ Autor para el envío de correspondencia y la solicitud de las separatas: Fernández N. Grupo en Ecología y Biogeografía, Universidad de Pamplona, Colombia. Laboratorio de Investigaciones en Hidroinformática, Universidad de Pamplona, Colombia.emil. nfernandez@unipamplona.edu.co

Recibido: Noviembre 03 de 2018

Aceptado: Febrero 06 de 2019