

Juegos Auto-organizantes

- Un enfoque teórico-conceptual para el desarrollo de equipos de trabajo, en ámbitos escolares-

Self-organizing games

- A theoretical-conceptual approach to the development of work teams, in school settings-

Johana Murillo¹⁻²⁻³ & Nelson Fernández¹⁻³

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.

nfernandez@unipamplona.edu.co

Resumen

Desde la misión colombiana de los sabios, en 1996, la dificultad de cooperar y de formar equipos ha sido ampliamente documentada y establecida como una limitante en el desarrollo humano y de país. Alinearse a objetivos colectivos, a través de una cooperación efectiva, ha ganado más relevancia en años recientes; particularmente, en el marco de la formación integral del ser humano. Tanto en los grupos de primates, como en los grupos de personas, el juego ha sido reconocido como un gran vehículo para desarrollo de habilidades y capacidades para la cooperación. En este contexto, este artículo de reflexión e investigación presenta un marco de teorías y conceptos unificados que son la base para promover formas de asociación motivantes y de alta efectividad, en estudiantes de secundaria, que aporten a la formación integral, desde la promoción de las competencias del saber estar y saber relacionarse. Para tal fin, se plantea la forma en que se debe desarrollar algunas estrategias orientadas de juego, inspiradas en casos de la naturaleza como la distribución de tareas en hormigas, o la sincronización en cardúmenes de peces. El soporte teórico para el desarrollo de los métodos, tendrá que ver con la Teoría de Flujo Ckizenmijali, la Teoría de la Variedad Requerida de Ashby, y el enfoque de las Ciencias de la Complejidad, con sus principios de Auto-organización y Emergencia. Estas ideas sientan las bases de los protocolos de juego a desarrollar del cual se presenta la implementación del primero referido al manejo de los preconceptos. Los resultados de esta fase muestran que de siete grupos de trabajo formados por la empatía surgen cinco subgrupos que son la base para la conformación de equipos con mayor alineación que pueden dar lugar a 4 equipos de alto desempeño. El enfoque de este trabajo considera la interdisciplinariedad, el diálogo de saberes y la cooperación internacional, con el fin que sean aplicables y eficientes en distintos contextos educativos, culturales y geográficos.

Palabras claves: cooperación, redes complejas, autonomía, lúdica, emergencia

Abstract

The lack of alignment is a critical limitation to develop collective knowledge, social fabric, and knowledge networks. In some contexts, it is common for people to want to shine by individual activities, rather than participating in associated activities. In certain high school environments, children have been guided to win and be successful above all. The pursuit of individual glory can exceed the seeking of the increased benefits obtained when people are aligned with global aspirations. Consequently, the study of how to align towards common objectives through practical cooperation has gained more relevance in recent years. In this sense, we consider that the ability and capacity of cooperation among team members to be the key to the establishment of collaborative teams. In this context, our research is focused on promoting motivating and highly effective forms of association in high school students, using gaming as a mechanism. We consider that gaming could be useful for developing skills and capacities for cooperation. Having this in mind, game-oriented strategies inspired in ant task allocation and fish school synchronization were developed. As guiding principles, Flow Theory and the Law of Requisite Variety, and the principles of complex systems such as self-organization and emergence were considered. The methodology assesses preconceptions, workshops of bioinspired cooperation games design, participative game protocols and problem resolution task workshops. The cooperation level reached by participants was evaluated by performance indicators. Our initial results obtained from a classroom of 29 boys and girls showed that our approach consolidates four self-organizing teams visualized from a network cooperation analysis, from seven initial conceptual-related clusters. Based on our findings we can confirm that using a complex systems approach it is possible to develop teams of people aligned with collective goals while achieving their specific purposes, all in terms of collective and complex learning. Indeed, we are motivated to apply this approach to larger groups with different educational, cultural and geographical contexts.

Keywords: *cooperation, complex networks, autonomy, ludics, emergence*

1. Introducción

Gran parte de la crisis de la sociedad colombiana, de los últimos 20 años, ha radicado en el exceso de individualismo que impide el llegar a acuerdos colectivos. Este modelo de sociedad, llamado por Gómez-Buendía (1996) “El Almendrón”, describe una sociedad creativa, pero con inmensas limitaciones para cooperar.

La falta de alineación a objetivos colectivos por los miembros de la sociedad ha limitado las posibilidades de generar conocimiento colectivo, tejido social y la generación de redes de conocimiento para afrontar nuestros retos regionales (Fernández, 2017). En nuestro medio es común ver que las personas que se destacan, lo hacen más en actividades individuales, más que donde deben asociarse. El deporte colombiano es una expresión clara de este hecho.

La limitante para establecer equipos colaborativos requiere de ahondar en diversos aspectos de la formación del individuo. De forma regular, desde niños se nos han instruido, más que orientado, a ganar, a ser exitosos, a brillar por encima de todos. La promoción de la búsqueda de la gloria individual, siempre ha superado la promoción de los beneficios aumentados, que pueden obtener miembros que se relacionan y se alinean a objetivos globales.

La dificultad de generar comportamientos altruistas que desborden la tendencia egoísta, ha sido un tema de estudio de la teoría de intercambio social (Homans, 2002). Las personas no se comportan de forma altruista, o cooperadora, a menos que los beneficios que recibe superen los costos en los que incurre. No obstante (Batson, 2011), sostiene que las personas, pueden llegar a ayudar a otros que lo necesitan por genuina preocupación, por el bienestar de la otra persona. A este ingrediente se le denominó: "preocupación empática". Existen otras hipótesis como "empatía-alegría", que afirma que una persona ayuda o coopera porque encuentra placer al ver a otra persona experimentar alivio (Aronson, et al., 2005). Sin embargo, cuando no se siente empatía, la teoría del intercambio social toma el control.

En la naturaleza, es observable que la retroalimentación de los beneficios de los comportamientos colectivos hacia los beneficios individuales, es un fenómeno común. Particularmente, en muchos sistemas complejos como los ecológicos y los socio-ecológicos. En este sentido, se observa que entre las escalas colectiva, o global, e individual, o local, los beneficios del cooperar se retroalimentan hacia los integrantes del equipo y contribuyen a sus objetivos individuales. Esto es lo que se define como retroalimentación entre distintas escalas: de arriba hacia abajo o Top-Down, y de abajo hacia arriba o Bottom-Up.

Desde el estudio de comunidades ecológicas como las hormigas, los cardúmenes de peces, y algunos grupos de primates, surge la posibilidad de obtener elementos de referencia para el desarrollo de mejores modelos de cooperación. La motivación para desarrollar modelos de cooperación bioinspirados, se basa en que el aprendizaje desde comportamientos animales de gran éxito reproductivo y evolutivo, valida que en el mundo real, cooperar resulta más eficiente que competir.

Los ámbitos de aplicación de estos modelos pueden ir desde los escolares, hasta los empresariales; lo que demuestra su generalidad y potencialidad. Sin embargo, cabe destacar que el ámbito escolar es un medio más apropiado y fértil, para promover y analizar los beneficios de lo colectivo. Al mismo tiempo, es la escuela es el escenario ideal para desmitificar que lo colectivo es contrario al éxito individual, y para demostrar que, ofrecer ayuda, va más allá de la selección natural, de lo que hacemos por nuestros relativos o parientes. Es una cuestión de humanidad, de socialidad.

En este contexto, esta investigación aborda la problemática de la promoción de la cooperación desde una perspectiva bioinspirada en sistemas complejos y de conformación de equipos eficientes que alcanzan sus resultados de forma colectiva. El mecanismo de promoción de la cooperación, se basa en la implementación de estrategias de juego, en los que no interviene un control central, o líder definido, que diese órdenes e indicaciones.

Con la aplicación de este enfoque y desarrollo metodológico, se contribuyó a hacer del ámbito escolar, un medio de fomento de la cooperación. En este sentido este enfoque promueve la formación de seres solidarios que llevarán a la conformación de una sociedad más justa y solidaria. Los resultados de este proyecto demostraron los beneficios que tiene a partir de las interacciones alcanzar un orden propio (auto-organización) que permitió conseguir los objetivos individuales y colectivos con máxima eficiencia.

2. Fundamentos y Conceptos Base para el Modelo Pedagógico Basado en Cooperación y Auto-

organización

2.1. Teoría del flujo

La teoría del flujo propuesta por Csikszentmihalyi en 1975 (Csikszentmihalyi, 2014; Csikszentmihályi, 2004), aborda la comprensión de la completa absorción en el estado presente y de la generación de una sensación holística de bienestar. La definición de flujo fue ampliada a la experiencia de trabajar a capacidad total, común intenso compromiso y sin esfuerzo, donde las habilidades personales permiten abordar retos de igual calibre (Nakamura & Csikszentmihalyi, 2014).

Existen nueve factores que acompañan la experiencia del flujo (Csikszentmihalyi, Abuhamdeh, & Nakamura, 2014): (i) Objetivos claros, (ii) Concentración, (iii) Pérdida de auto-conciencia, (iv) pérdida de la sensación de tiempo, (v) retroalimentación, (vi) balance entre la habilidad y el nivel del reto, (vii) sensación de control, (viii) recompensa intrínseca, y (ix) volverse uno con la actividad.

Algo fundamental para alcanzar el estado de flujo es balancear el estado percibido de las habilidades con el nivel percibido del reto. El enfrentar retos, nos llevan a adquirir mayores habilidades, que nos permiten a su vez abordar retos de mayor nivel. En este aspecto, siempre se tendrá una tendencia ascendente y el estado de flujo, se dará de forma natural.

Actualmente, la teoría de flujo viene siendo probada y aplicada a situaciones de conformación de equipo (Dwight, Fung, Nakamura, & Csikszentmihalyi, 2018), con lo que se logra la emergencia de rendimientos mayores en el logro de objetivos (Csikszentmihalyi & Nakamura, 2014).

2.2. Ley de Variedad Requerida

La ley de variedad requerida fue postulada por William Ross Ashby (W. Ross Ashby, 1956) y hace referencia a la cantidad de estados o posibilidades que debe tener un sistema, para poder compensar los cambios en el ambiente. En este sentido, un sistema/persona tendrá mayor adaptabilidad si tiene un mayor grado de respuestas a los cambios de su entorno, por lo que perdurará de mejor manera.

En sistemas vivos, esta condición puede ser trasladada a lo que sería la autopoiesis (Fernández, Maldonado, & Gershenson, 2014), de forma que se puede determinar la existencia o no de un organismo de acuerdo con la cantidad de estados que posea.

Esta teoría que fue formulada para la comprensión de la propiedad del control y la regulación, ha sido de gran utilidad para el entendimiento y alcance de objetivos funcionales de los sistemas (W. Ross Ashby, 1968).

La ley de variedad requerida también ha tenido grandes aplicaciones en las ciencias comportamentales para promover la adaptabilidad de comportamientos (W. Ross Ashby, 1991).

2.3. Emergencia

Las propiedades de un sistema son emergentes, si ellas no están presentes en sus componentes. En otras palabras, son propiedades globales que surgen de las interacciones locales. El comportamiento emergente se expresa a una escala dada, y no puede ser descrita sobre la base de las propiedades de una escala inferior (Fernández, Gershenson, Aguilar, & Terán, 2011).

Por ejemplo, el estado líquido del agua puede ser considerado emergente, dado que viene de la interacción de dos moléculas de gas, el oxígeno y el hidrógeno. En este sentido, y de una manera amplia e informal, la emergencia puede ser vista como las diferencias que son observados, en los sistemas, a diferentes escalas (Prokopenko, Boschetti, & Ryan, 2009).

2.4. Auto-organización

La auto-organización ha sido vista como una situación de cambio de la propia organización, sin que una entidad externa influya en el proceso (W. Ross Ashby, 1947). Esto es debido a las reglas locales que llevan al sistema a producir una estructura o comportamientos específicos (Georgé et al., 2009).

La auto-organización se adquiere autónomamente por la interacción de los elementos que producen, a su vez, retro-alimentaciones que regulan el sistema (Gershenson, 2007). La auto-organización es un proceso dinámico, adaptativo, que favorece el mantenimiento de la estructura del sistema, en el que se pueden expresar patrones de comportamiento para hacer frente a los cambios ambientales (Perozo, 2011).

En la naturaleza, la auto-organización es una condición natural documentada en la formación de enjambres, cardúmenes de peces, parvadas de patos o el tráfico vehicular (Zubillaga et al., 2014).

2.5. Complejidad

La complejidad viene del latín *plexus*, que significa entrelazado. Algo complejo es algo difícil de separar. Es decir, los componentes del sistema son interdependientes, de manera que su futuro está parcialmente determinado por sus interacciones (Fernández, Maldonado, et al., 2014). Por lo tanto, estudiar los componentes por separado – como se acostumbra desde el enfoque reduccionista- no es suficiente para describir la dinámica de los sistemas dinámicos complejos.

2.6. Cooperación

Cooperación se puede definir como la acción o proceso de trabajar juntos para alcanzar un objetivo común. Se requiere de la combinación de la camaradería, la coordinación, la asociación, el entendimiento, la generosidad y más que nada el compromiso (Fehr & Schmidt, 1999; Nowak, 2006).

Vista desde un enfoque evolutivo, son cinco los mecanismos que influyen en la cooperación: (i) la reciprocidad directa, (ii) la reciprocidad indirecta, (iii) la selección espacial, (iv) la selección multinivel y (v) la selección de parentesco (Rand & Nowak, 2013)

Se ha estimado que cooperar requiere de la evolución para construir nuevos niveles de organización tanto en los seres vivos como en las sociedades. Cooperación implica como fenómeno opuesto que los que replican el comportamiento egoísta, han olvidado su potencial de ayudar a otros, y que la competición es un desencadenante de la cooperación (Arnold, 1987; Evans, 2008; Nowak, 2006)

2.7. Auto-organización para la cooperación en la naturaleza

La auto-organización es evidente en la naturaleza (Wilson, 2018). En particular en los llamados

“insectos sociales”, como las colonias de hormigas y abejas, por ejemplo, ciertos especímenes llevan a cabo variedad de tareas, tales como el forrajeo, la exploración, el cuidado de crías, y la construcción de nidos. Particularmente, las reinas, nunca orientan o direccionan la colonia (Gordon, 1996, 2013)

Es evidente que existen patrones similares de interacción en muchos animales, también en los peces (Jones, Millcich, Emsile, & Lunow, 1999) y los primates (Couzin & Krause, 2003). El mapeo de las interacciones en muchos casos define una red, con retroalimentación que evoluciona de forma independiente ante presiones similares. En este sentido el ambiente da forma a la evolución de comportamiento colectivo, y el costo de interacción y de la consecución de recursos mantiene la red de la colonia (Gordon, 2002, 2014).

2.8.El juego como sistema complejo

El juego como sistema complejo aborda el estudio de las interacciones entre jugadores y el establecimiento de patrones y comportamientos globales desde el establecimiento de reglas. La complejidad relacional y pedagógica del juego implica que grupos desconocidos interactúen. Ello conlleva a que se deben dar estrategias, tanto para afinar los objetivos y el alcance de metas, como para conocer sus adversarios. En este sentido, los juegos grupales implican roles, estructura, estrategia, flexibilidad, cohesión, disciplina, creatividad. Y esto es un gran desafío cognitivo, físico y emocional (Araya, Behncke, Linker, & van der Molen, 2015; R. Behncke, 2017).

El juego debe generar cierta incertidumbre por su carácter emergente. Esta incertidumbre lo hace divertido, y promueve el aprendizaje de algo nuevo. No obstante, la incertidumbre lleva a la promoción de mayores habilidades, a mayor creatividad, y a la adaptabilidad de quienes participan. Es decir, la complejidad del juego promueve también el flujo y el desarrollo personal (Contractor, 2013; Spiro, Amaral, Uzzi, & Guimera, 2005).

2.9.Aprendizaje colectivo

Históricamente, el desarrollo de la sociedad ha dependido del actuar en forma agrupada, en forma colectiva (Lawson & Lorenz, 1999; Van Der Vegt & Stuart Bunderson, 2005). En realidad, no somos el producto de lo que genios individuales hacen, a pesar de la importancia de sus contribuciones. Más bien, se nuestro destino ha estado guiado por lo que grupos con intereses similares, o incluso dispares, hacen con los asombrosas creaciones de otros, al tiempo que lo convierten en algo útil, algo para el beneficio de otros. Es allí donde la verdadera sorpresa emerge, somos mejores cuando actuamos juntos. Somos más inteligentes (Hausmann et al., 2011; Scorsone, Schulz, & Schweikhardt, 2018).

El aprendizaje colectivo, depende de la información circundante, de los datos a los que tengamos acceso. Sobre esta base, es que tenemos realmente el poder de transformar nuestro destino (C. A. Hidalgo, Winger, Barabási, & Hausmann, 2007). Tomar información que todos producimos nos ha llevado a generar mejores sistemas legales, sistemas económicos, mejor literatura, mejor arte, y mejor política. Millones de individuos compartiendo experiencias, realmente genera un conocimiento desbordante. Genera acumulación de conocimiento e incrementa la capacidad de aprender (César A. Hidalgo et al., 2018).

Al respecto Fernández (2017b) menciona:

“...Actuar en colectivo es la base del establecimiento de las redes sociales, pero aprender de manera colectiva nos lleva a generar redes de conocimiento. En redes de conocimiento, algunas relaciones son más perdurables, debido al objeto de conocimiento. Otras relaciones son más dinámicas, debido a que cambian con las necesidades de saber más o saber cosas diferentes. El balance entre relaciones perdurables y cambiantes, nos da la capacidad de ser adaptables y evolucionar de forma progresiva.... “

3. Trabajos Relacionados

El juego como mecanismo de socialización ha sido develado en estudios en primates. Investigaciones con grupos de Bonobos salvajes de las selvas de Congo, han mostrado elementos que pueden servir para la perduración de la existencia humana (Wobber, Wrangham, & Hare, 2010). Conocidos como los simios de “haz el amor y no la guerra”, los Bonobos, junto con los chimpancés, son nuestros parientes vivos más cercanos (Furuichi, 2018). Compartimos un ancestro común, una abuela evolutiva que vivió hace unos 6 millones de años. Se ha reportado que, los mecanismos del juego en estos primates, liderados por las hembras, han llevado a crear grupos sociales tolerantes donde la violencia mortal todavía no se ha observado (I. Behncke, 2011).

Con los Bonobos también se ha llegado a establecer que juegan durante toda su vida. Qué el jugar no es sólo un juego de los pequeños. Qué el juego es fundamental para establecer vínculos y fomentar la tolerancia. Con el juego se aprenden a confiar, al tiempo que se entrenan en las reglas del juego social. En este grupo de simios, podemos ver que el juego aumenta la creatividad y la resiliencia, que hay generación y diversidad de interacciones, diversidad de comportamientos, y diversidad de conexiones (Sakamaki et al., 2015). Es por ello, que se puede afirmar que el juego está en nuestras raíces evolutivas, de ahí la risa, la danza y los rituales humanos. El juego es el pegamento social que nos une (Isabel Behncke, 2015).

Más allá de esta perspectiva evolutiva y social, es notorio que el juego, en los ámbitos escolares, se ha estado asociado con programas y el currículo de la educación física. De hecho, estudios en Canadá han demostrado, en más de 1000 escuelas, que el 55% de los contenidos y experiencias de la educación física, se basa en el juego. Es por ello, que ha existido cierta controversia de los logros de aprendizaje que el juego genera. Son innumerables los aportes a la discusión sobre los aspectos pedagógicos y teóricos de la enseñanza de los juegos, particularmente, en Reino Unido y Norte América, también en Francia (Hallinger, 2013). En este sentido, las aplicaciones regulares del juego, han develado que existe dependencia del orientador y la pobre capacidad de decisión por los participantes. Especialmente, por la aplicación de técnicas inflexibles y excesivamente orientadas (Bateson & Martin, 2011; Castellion, Dodgson, Gann, & New, 2008).

En la última década, se ha observado, que en contextos sobre-escolarizados, el juego surge como una estrategia didáctica para el desarrollo de experiencias creativas, libres y placenteras. De igual forma, el jugar ha tomado importancia en la escuela, en tanto es el vehículo para el desarrollo de habilidades cognitivas (Araya et al., 2015). Claramente, la estrategia del juego permite el desarrollo de competencias que van más allá de la adquisición de conocimientos previos. De allí que hayan surgido

preguntas fundamentales como: ¿Qué tipo de estímulos necesitan los estudiantes en términos de libertad para explorar, imaginar y proponer que cosas les gustaría aprender? Y no sólo eso, al ir más allá de los beneficios del juego, surge la necesidad de incorporar y educar a la familia, pues la reflexión que surge del juego debe sobrepasar a los docentes. Es claro que hay padres que tienen miedo que los niños jueguen y les pase algo, por ello la tendencia de sentarlos frente a una pantalla de computador, móvil o televisión (Fingerman et al., 2012).

El análisis de las experiencias de juego en ámbitos escolares ha llevado a reconocer que, para el desarrollo de capacidades se requiere desestructurar los espacios de juego, se requiere necesariamente pensar que los juegos deben considerar la auto-organización y la emergencia como método. Estas dos propiedades que vienen de ciencia de los sistemas complejos (Fernández, Maldonado, et al., 2014), permiten que la imaginación y expresión de la creatividad surjan por las interacciones generadas entre los jugadores, a partir de reglas simples (Gershenson, 2012).

Varios ejemplos de auto-organización han sido documentados en la naturaleza y sirven como inspiración para la construcción de juegos. Por ejemplo, las colonias de hormigas, los cardúmenes de peces, las luciérnagas, las abejas, las parvadas de aves expresan un orden no impuesto, desde la implementación de reglas sencillas de cada uno de los individuos (Mitchell, 2009). En este sentido, existen las bases teóricas y los modelos para llevar la auto-organización a la conformación de equipos, particularmente en ámbitos escolares (Fernández, Huertas, Rodríguez, & Gershenson, 2014).

Dado que el juego por naturaleza lleva a la conformación de grupos, y en los mejores casos a equipos, el estudio de: ¿cómo se ensamblan los equipos?, ha llevado a reconocer el hecho que se requiere de incorporar individuos con diferentes ideas, herramientas y recursos (Csikszentmihalyi & Nakamura, 2014; Mosek, n.d.). Algunos aspectos de importancia en la conformación de equipos son, por ejemplo, la creatividad que surge cuando se introducen innovaciones en un nuevo contexto, con ello podemos resolver retos desde la inspiración de un pensamiento fresco (Sakamaki et al., 2015). La diversidad de los participantes es un factor a considerar por cuanto puede promover riqueza de opiniones pero también conflictos (Sakamaki et al., 2015). Las experiencias vividas por los participantes los llevan a compartir ideas y tener una predisposición a la colaboración (Stasser & Stewart, 1992; D. D. Stewart & Stewart, 2001; Dennis D. Stewart, Billings, & Stasser, 1998). El tamaño de los equipos es un factor que afecta o promueve la coordinaciones (Stasser & Stewart, 1992; D. D. Stewart & Stewart, 2001; Dennis D. Stewart et al., 1998). La composición de género (LePine, Hollenbeck, Ilgen, Colquitt, & Ellis, 2002), la personalidad (Bell, 2007; Guchait, Hamilton, & Hua, 2014), el conocimiento del equipo (F. Morgeson, 2005; F. P. Morgeson, Reider, & Champion, 2005), los valores y creencias (Harrison, Price, Gavin, & Florey, 2002; F. Morgeson, 2005; F. P. Morgeson et al., 2005) y las habilidades cognitivas (Harrison et al., 2002; LePine, Hollenbeck, Ilgen, & Hedlund, 1997; F. Morgeson, 2005; F. P. Morgeson et al., 2005).

No obstante, una situación es la conformación de equipos regulares, y otra la conformación de equipos efectivos, que tienen que basarse en algo más que la composición y caracterización de los integrantes (Acar, 2010; Moreland, Levine, & Wingert, 1996). Recientemente, se ha estimado que la efectividad, resiliencia y cohesividad también son aspectos fundamentales. Todas estas condiciones microscópicas o de escala individual, han sido reportadas como determinantes de la estructura

macroscópica de la creatividad, desde el uso de recursos y el conocimiento disponible en el campo de la conformación de equipos (Guimerà, Uzzi, Spiro, & Nunes Amaral, 2005; Spiro et al., 2005).

Para la fecha, se ha visto como factor de importancia, en la auto-gestión de equipos, el factor tecnológico, que incrementa la autonomía y permite la evaluación sobre la base de estándares. También la innovación ha sido un valor en los equipos autónomos, o un poco más allá los equipos que se auto-gobiernan (Dodgson, 2018). Estos últimos, tienen como particularidad, no sólo la autoridad para su ensamble, para definir sus procesos internos, para la definición de sus metas y dirección, sino también una significativa autoridad para establecer relaciones con otros equipos. Lo observado, es que el interactuar con otros equipos conlleva a conformar grandes organizaciones de acuerdo a sus intereses particulares. , sin importar las barreras geográficas o culturales (Hinds, Liu, & Lyon, 2011).

En este presente continuo, dentro de las organizaciones, la directriz es auto-organizarse. Sin embargo, también hay que hacerlo fuera de las fronteras de las organizaciones formales (Hinds et al., 2011). De hecho, los colectivos auto-organizados resuelven retos de gran magnitud. Un ejemplo de ello, son las grandes comunidades que desarrollan software de código abierto, que beneficia a millones de personas (Contractor, 2013). Auto-organización con sentido altruista, lo que necesitan lo humanos de hoy, para recordar, que como las hormigas vinieron para progresar juntos, desde sus relaciones positivas (Fernández, 2017a)

4. Metodología Propuesta

La metodología propuesta se observa en la figura 1. Allí se describen las 5 fases principales descritas a la izquierda de la ilustración. El enfoque propuesto va desde la inspección de los pre-saberes hasta la construcción del juego por parte de los estudiantes. La visión del enfoque es de tipo constructivista, participativo y de auto-organización guiada, por cuanto no hay resultados estimados o esperados, dada su condición emergente.

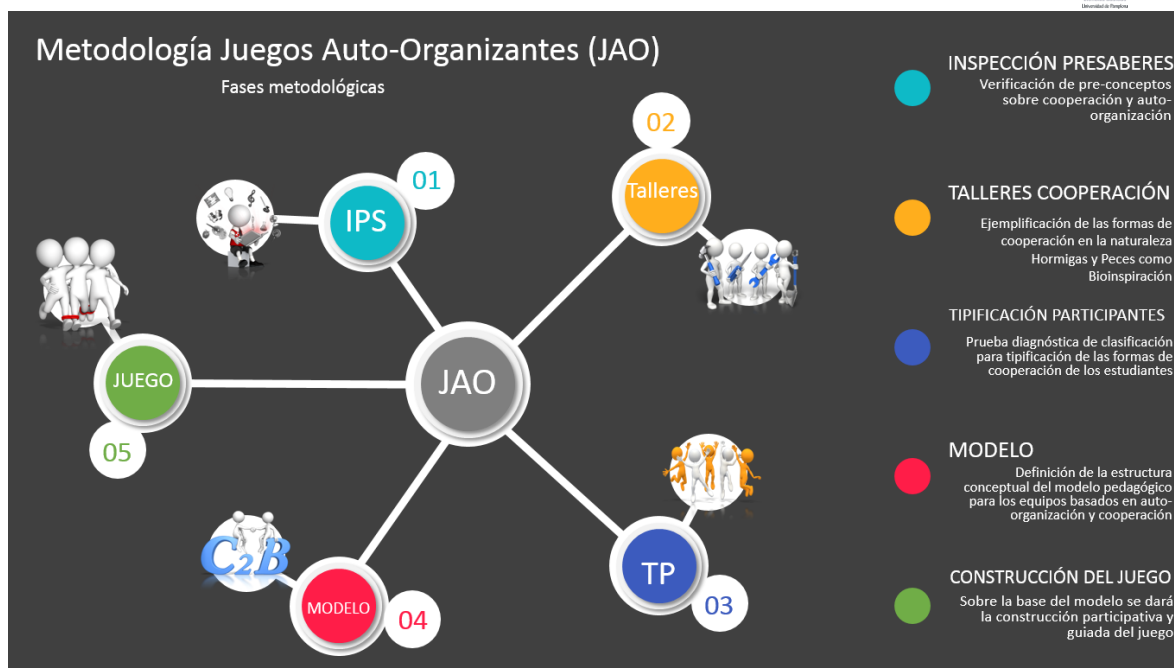


Figura 1 Fases metodológicas de la propuesta de Juegos Auto-organizantes (JAO).

5. Resultados

5.1. Bases para el modelo JAO

Dos análisis de clasificación fueron llevados a cabo, con el fin de agrupar los elementos principales de las teorías y conceptos (figura 2). El primero correspondió a un análisis de inteligencia artificial referido a una red neuronal artificial o mapa de auto-organización. Allí se discriminan 8 clases de izquierda a derecha y de arriba-abajo: (i) La clase de la ley de variedad requerida con la que se hace frente a los cambios ambientales, (ii) la el comportamiento adaptativo representado en las auto-organización y las interacciones complejas, (iii) La estructura del fenómeno desde las reglas y la cooperación bioinspirada (iv) La comprensión y el entendimiento del fenómeno desde el enfoque teórico escogido, (v) La propiedad emergente que tiene el juego, desde la consecución de la teoría de flujo, (vi) El juego como mecanismo de trabajo en equipo, (vii) El conocimiento colectivo para la promoción del desarrollo social, y (viii) y el aprendizaje basado en retos. Desde este resultado se establecen las dimensiones del enfoque adaptativo propuesto.

Por su parte, el análisis de redes de co-ocurrencia establece 5 subgrafos o comunidades donde se resalta (i) La condición auto-organizante que promueve la retroalimentación y lleva a comportamientos en red. (ii) El conocimiento colectivo como resultado del balance y del comportamiento colectivo (iii) La creatividad como mecanismos para una mayor complejidad, (iv) La condición emergente del sistema educativo y (v) La reciprocidad como una elección para el trabajo en equipo.

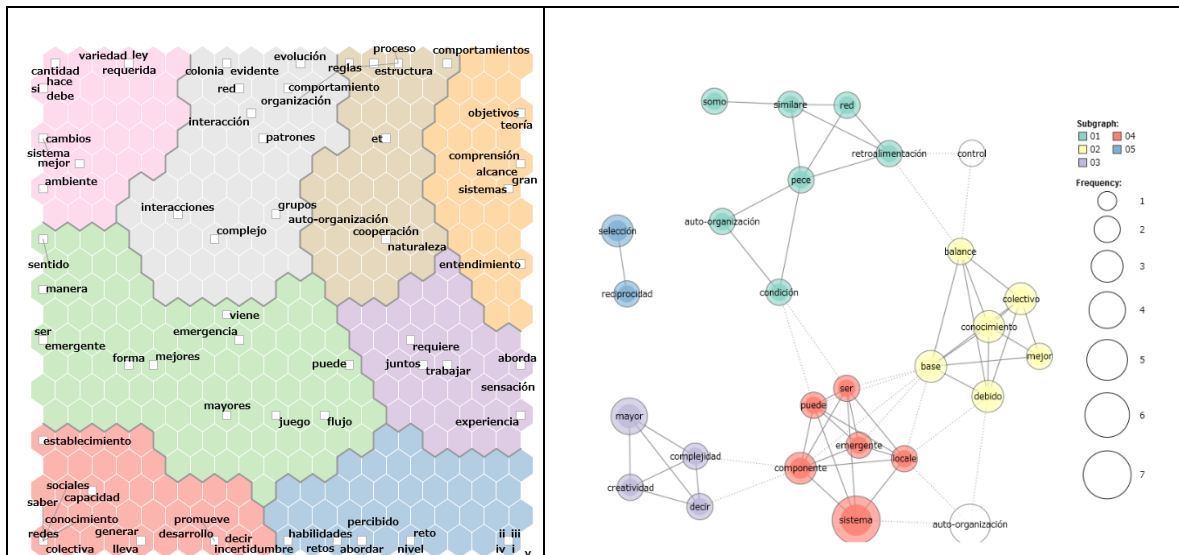


Figura 2 A. Mapa de auto-organización de las teorías y conceptos base para el modelo JAO. B. Red de co-ocurrencia de conceptos

5.2. Inspección de presaberes

En la figura 4. Se observa el resultado de los análisis estadísticos y multivariados de los pre-conceptos. Allí, en 4ª) se observó que la gran mayoría de los estudiantes entienden en alto grado los preconceptos relativos al aprendizaje colectivo, el trabajo en equipo y la auto-organización. De hecho, el promedio de entendimiento está alrededor del 70%. En 4B) Fue posible establecer 3 grupos de preconceptos que los alumnos asocian de manera efectiva (i) El relativo a la auto-organización que junta la autonomía, los grupos, la adaptabilidad y la complejidad, (ii) El relativo al aprendizaje colectivo que se junta con las interacciones, el alcanzar retos, y la posibilidad de trabajar como lo hacen los enjambres en la naturaleza, y (iii) La variedad y diversidad que se por el trabajo en conjunto, y papel de la imitación.

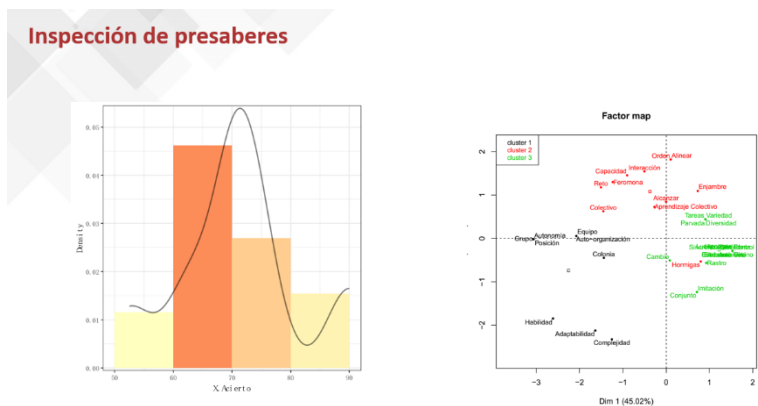


Figura 3 Análisis estadístico y multivariado de los presaberes. A) Histograma de frecuencias del porcentaje de acierto de los preconceptos. B) Análisis

jerarquizo que definió los grupos acorde con la similitud de los conceptos.

De grupos a equipos empáticos

Desde el análisis de los preconceptos se obtuvieron siete grupos de jóvenes que se agrupan como se observa en la figura 5. El mapa de factores muestra cercanía entre ciertos grupos

dada la base conceptual que traen sobre el comportamiento colectivo, y las ambientaciones realizadas en los talleres. De allí, a partir de un análisis de redes, se pudo determinar, la existencia de cinco comunidades (naranja, azul claro, azul, morado, y verde) que sirvieron de base para la conformación de equipos. Se destaca, que la condición de alta empatía de ciertos jóvenes, es la que permite que sean considerados por varios de sus compañeros, y de allí que sean considerados como concentradores o “Hubs”.

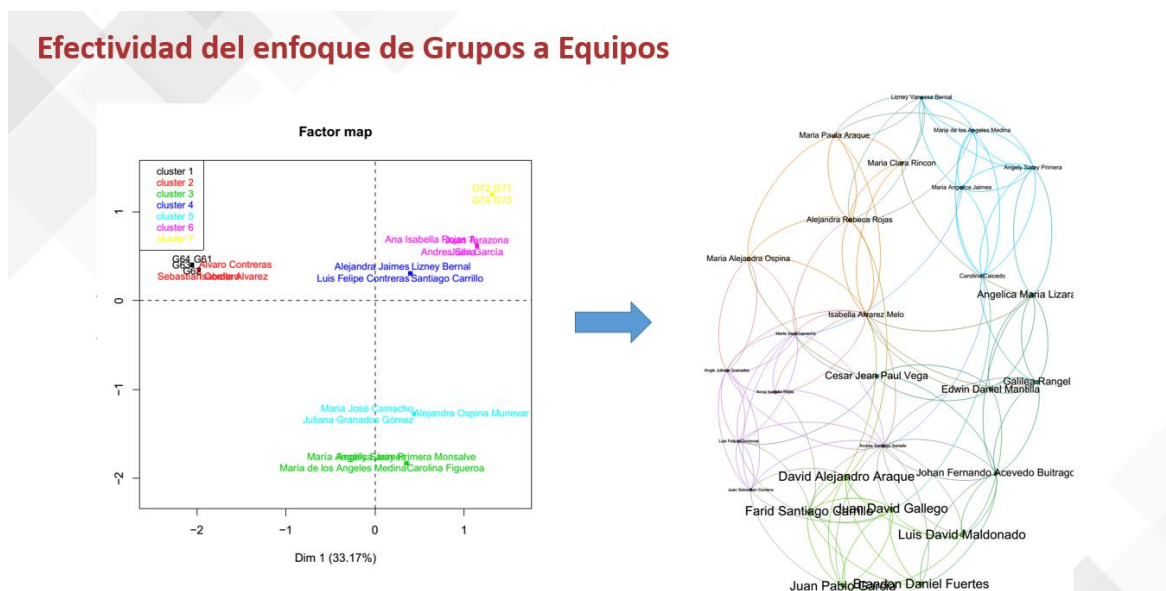


Figura 4 Análisis de agrupamiento y de redes. 5a) Análisis multivariado jerárquico que define siete grupos acorde con el resultado de la prueba de preconceptos. 5b) Red de empatía que define 5 comunidades, base para el desarrollo de equipos de alto desempeño.

6. Discusión

6.1. Auto-organización bioinspirada y guiada como mecanismo de conformación de equipos

Formar equipos a partir de interacciones simples, donde cada quien tenga un rol principal y uno secundario, donde nadie de órdenes y solamente la empatía sea la base para la predisposición de alinearse a objetivos colectivos, parece irreal. Sin embargo, los resultados de este trabajo muestra que a través del juego, surgen en los estudiantes de secundaria, comportamientos proactivos y más eficientes. No obstante, esta condición no es producto de la serendipia, se requiere de la guía del docente en un rol de facilitador, dada la “visión panorámica” que puede tener sobre como armonizar el aprendizaje sin que haya un control central o externo.

En condiciones de juego auto-organizante, surge la auto-regulación, la cooperación empática y el altruismo por el hecho de querer ayudar a quien lo necesita. Desde esta perspectiva, podemos desarrollar las habilidades que requiere un mundo como el de hoy, en el que existen más de siete mil millones de seres humanos que cada día generan colectividades más grandes que se polarizan y surgen comportamientos egoístas. Al mismo tiempo, las demandas de energía han llevado a cambios sustanciales que amenazan la sobrevivencia. Entonces, es hoy cuando se requiere de mayor cooperación y de generar reglas locales simples que lidien con el cambio que tiene la humanidad.

El crecimiento exponencial de la población y la demanda que requiere un sistema como los servidores en red de internet que utilizan el 25% de la energía del mundo, nos lleva a considerar que nuestras capacidades para sostener sistemas grandes han llegado a un límite y que se necesitan de soluciones creativas. No obstante, no podemos esperar a ser adultos exitosos y formados con un alto grado de conocimiento para enfrentarlo, eso tampoco sería suficiente.

En este contexto, se requiere de inspiración en la naturaleza, cuyos flujos de materia y energía se basan en cantidades muy pequeñas, pero de las que se hace un flujo muy eficiente, y donde ningún ser está buscando un protagonismo exagerado que lleve a dañar a otros. Desde esta perspectiva, lo adecuado es guiar, desde etapas tempranas a nuestros jóvenes hacia la cooperación, hacia la auto-organización, la adaptabilidad y la autonomía.

6.2. Flujo, diferencias, aprendizaje y equipos

Cabe destacar que los modelos pedagógicos de hoy se basan en la generalización y la estandarización de forma que a todos los estudiantes, independientemente de sus habilidades diferenciales, se les da la enseñanza del promedio. En estas condiciones, y sobre la base de la teoría del flujo, unos se aburrirán por ser contar con más habilidades que las requeridas para solucionar el reto. En contraste, otros, por no tener tantas habilidades, se estresarán y angustiarán. Un mínimo porcentaje fluirán por estar en balance de habilidades para el reto.

Por otra parte, el docente, por más bien intencionado que sea, no logrará atender a todos de manera personalizada, mucho menos, cuando en modelos de escuela nueva, un profesor tiene que atender más de un nivel a la vez. Surge entonces la necesidad de pensar como lidiar con la estandarización y como llevar a que los estudiantes, permanezcan en estado de flujo. En este sentido, los resultados de este trabajo, evidencian que el aprendizaje colectivo es un enfoque adecuado, en tanto las interacciones entre pares, mediadas por la empatía, generan un comportamiento de solidaridad en el que unos le explican a otros, al tiempo que la retroalimentación que recibe quien explica, le permiten de forma progresiva mejorar su papel altruista, y quien lo recibe, lo aprecia y lo promueve como solución.

De manera sorprendente, cuando el juego media como mecanismo de enseñanza-aprendizaje, desde la conformación de equipos, todos los estudiantes van a su ritmo, pero el colectivo va mucho más rápido. Es decir, aprender de forma lúdica, de forma paciente, da resultados más rápidos que en los sistemas tradicionales basados en el aprendizaje promedio.

7. Comentario Final

La naturaleza siempre mostrará caminos indicados y sabiduría intrínseca que sirven de bio-inspiración para desarrollar la autonomía en los estudiantes. Como lo refiere Deborah Gordon, bióloga y experta en hormigas y comportamiento colectivo de la Universidad de Stanford, la misión de las universidades es explorar el mundo, encontrar y enseñar lo que es verdad. Desde esta condición, surge la necesidad de aprender para todos, de entender, y no hay mejor manera que aprender que desde el desarrollo de habilidades con un enfoque creativo. Es allí, donde el juego surge como un mecanismo apropiado para movilizar muchas habilidades requeridas para el aprendizaje colectivo,

siempre más efectivo que el individual.

86

En nuestros sistemas educativos, si bien son jerárquicos, aún es posible promover mayores interacciones entre pares, y operacionalizar los conceptos a partir de las interacciones entre pares. El desarrollo de hoy en día se basa en el aprender, en el saber estar y en el saber relacionarse, de forma que el trabajo colectivo, genera como gran resultado el aprendizaje colectivo y soluciones más creativas.

8. Referencias Bibliográficas

- Batson, C. D. (2011). *Altruism in Humans. Altruism in Humans*.
<https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195341065.001.0001>
- Fernández, N. (2017, July 29). Redes de conocimiento y desarrollo socioeconómico. *Diario La Opinión*. Retrieved from <https://www.laopinion.com.co/columna-de-opinion/redes-de-conocimiento-y-desarrollo-socioeconomico-137513#OP>
- Homans, G. C. (2002). Social Behavior as Exchange. *American Journal of Sociology*.
<https://doi.org/10.1086/222355>
- Acar, F. P. (2010). Analyzing the effects of diversity perceptions and shared leadership on emotional conflict: A dynamic approach. *International Journal of Human Resource Management*.
<http://doi.org/10.1080/09585192.2010.500492>
- 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)*. http://doi.org/10.1007/978-3-319-24306-1_44
- Arnold, R. (1987). The Evolution of Cooperation. *The Review of Austrian Economics*.
<http://doi.org/10.1007/BF01539342>
- Ashby, W. R. (1956). Cybernetics and Requisite Variety. *An Introduction to Cybernetics*.
- Ashby, W. R. (1968). Variety, constraint, and the law of requisite variety. *Emergence: Complexity and Organization*.
- Ashby, W. R. (1991). Requisite Variety and Its Implications for the Control of Complex Systems. In *Facets of Systems Science*. http://doi.org/10.1007/978-1-4899-0718-9_28
- Batson, C. D. (2011). *Altruism in Humans. Altruism in Humans*.
<https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195341065.001.0001>
- Bateson, P., & Martin, P. (2011). *Play, playfulness, creativity and innovation. Play, Playfulness, Creativity and Innovation*. <http://doi.org/10.1017/CBO9781139057691>
- Behncke, I. (2011). Evolution's gift of play, from bonobo apes to humans". Retrieved April 10, 2018, from
https://www.ted.com/talks/isabel_behncke_evolution_s_gift_of_play_from_bonobo_apes_to_

- Behncke, I. (2015). Play in the Peter Pan ape. *Current Biology*, 25(1), R24–R27. <http://doi.org/10.1016/J.CUB.2014.11.020>
- Behncke, R. (2017). *1,2,3, por mí y por todos mis compañeros. La seriedad del juego en la escuela.* (R. Behncke, Ed.). Santiago de Chile: Ministerio de Educación Nacional Chile.
- Bell, S. T. (2007). Deep-level composition variables as predictors of team performance: A meta-analysis. *Journal of Applied Psychology*. <http://doi.org/10.1037/0021-9010.92.3.595>
- Castellion, G., Dodgson, M., Gann, D., & New, A. S. (2008). Think , Play, Do: Technology, Innovation, and Organization. *Journal of Product Innovation Management*. <http://doi.org/10.1155/2012/356798>
- Contractor, N. (2013). Some assembly required: Leveraging Web science to understand and enable team assembly. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*. <http://doi.org/10.1098/rsta.2012.0385>
- Couzin, I. D., & Krause, J. (2003). Self-Organization and Collective Behavior in Vertebrates. *Advances in the Study of Behavior*. [http://doi.org/10.1016/S0065-3454\(03\)01001-5](http://doi.org/10.1016/S0065-3454(03)01001-5)
- Csikszentmihalyi, M. (2014). Play and intrinsic rewards. In *Flow and the Foundations of Positive Psychology: The Collected Works of Mihaly Csikszentmihalyi*. http://doi.org/10.1007/978-94-017-9088-8_10
- Csikszentmihályi, M. (2004). *Mihaly Csikszentmihalyi: Flow, the secret to happiness. TEDTalks* (p. 18:55). Retrieved from http://www.ted.com/talks/mihaly_csikszentmihalyi_on_flow.html
- Csikszentmihalyi, M., Abuhamdeh, S., & Nakamura, J. (2014). Flow. In *Flow and the Foundations of Positive Psychology: The Collected Works of Mihaly Csikszentmihalyi*. http://doi.org/10.1007/978-94-017-9088-8_15
- Csikszentmihalyi, M., & Nakamura, J. (2014). Emerging goals and the self-regulation of behavior. In *Flow and the Foundations of Positive Psychology: The Collected Works of Mihaly Csikszentmihalyi*. http://doi.org/10.1007/978-94-017-9088-8_13
- Dodgson, M. (2018). Innovation leadership. In *Transformational Leadership and Not for Profits and Social Enterprises*. <http://doi.org/10.4324/9781315468570>
- Dwight, T. C. K., Fung, H. H., Nakamura, J., & Csikszentmihalyi, M. (2018). Teamwork and flow proneness mitigate the negative effect of excess challenge on flow state. *Journal of Positive Psychology*. <http://doi.org/10.1080/17439760.2016.1257059>
- Evans, M. (2008). Evolution of Cooperation. In *International Handbook of Organizational Teamwork and Cooperative Working*. <http://doi.org/10.1002/9780470696712.ch3>
- Fehr, E., & Schmidt, K. M. (1999). A theory of fairness, competition, and cooperation. *Quarterly Journal of Economics*. <http://doi.org/10.1162/003355399556151>

- Fernández, N. (2017a, June 17). Una nueva sociedad que innova y se auto-organiza a través de la tecnología. *Diario La Opinión*. Cúcuta, Colombia. Retrieved from <https://www.laopinion.com.co/columna-de-opinion/una-nueva-sociedad-que-innova-y-se-auto-organiza-traves-de-la-tecnologia-135251#OP>
- Fernández, N. (2017b, July 29). Redes de conocimiento y desarrollo socioeconómico. *Diario La Opinión*. Retrieved from <https://www.laopinion.com.co/columna-de-opinion/redes-de-conocimiento-y-desarrollo-socioeconomico-137513#OP>
- Fernández, N., Aguilar, J., Gershenson, C., & Terán, O. (2012). Sistemas dinámicos como redes computacionales de agentes para la evaluación de sus propiedades emergentes. In *I Simposio Científico y Tecnológico en Computación SCTC2012*. Caracas: Universidad Central de Venezuela. Retrieved from http://saber.ucv.ve/jspui/bitstream/123456789/1084/1/SCTC_2012_6.3.pdf
- Fernández, N., Gershenson, C., Aguilar, J., & Terán, O. (2011). Introducción a los sistemas dinámicos como redes computacionales basados en agentes (SD-Ag). In *Coloquio de sistemas complejos como modelos de computación*. México, D.F.: Centro de Ciencias de la Complejidad-C3, Instituto de Ciencias Nucleares. Universidad Nacional Autónoma de México. Retrieved from <http://c3.fisica.unam.mx/images/library/file/programaWCSCM2011.pdf>
- Fernández, N., Huertas, M., Rodríguez, 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. http://doi.org/10.1007/978-3-642-53734-9_2
- Fernández, N. (2017, July 29). Redes de conocimiento y desarrollo socioeconómico. *Diario La Opinión*. Retrieved from <https://www.laopinion.com.co/columna-de-opinion/redes-de-conocimiento-y-desarrollo-socioeconomico-137513#OP>
- Fingerman, K. L., Cheng, Y. P., Wesselmann, E. D., Zarit, S., Furstenberg, F., & Birditt, K. S. (2012). Helicopter Parents and Landing Pad Kids: Intense Parental Support of Grown Children. *Journal of Marriage and Family*. <http://doi.org/10.1111/j.1741-3737.2012.00987.x>
- Furuichi, T. (2018). Female contributions to the peaceful nature of bonobo society. In *Bonobos: Unique in Mind, Brain, and Behavior*. <http://doi.org/10.1093/oso/9780198728511.003.0002>
- Georgé, J.-P., Peyruqueou, S., Régis, C., Glize, P., Demazeau, Y., Pavón, J., ... Bajo, J. (2009). Experiencing Self-adaptive MAS for Real-Time Decision Support Systems. In Y. Demazeau, J. Pavón, J. M. Corchado, & J. Bajo (Eds.), *7th International Conference on Practical Applications of Agents and Multi-Agent Systems (PAAMS 2009). Advances in Intelligent and Soft Computing*. (Vol. 55, pp. 302–309). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. <http://doi.org/10.1007/978-3-642-00487-2>

- Gershenson, C. (2007). *Design and Control of Self-organizing Systems*. México: CopIt ArXives, Mexico. Retrieved from <http://scifunam.fisica.unam.mx/mir/copit/TS0002EN/TS0002EN.html>
- Gershenson, C. (2012). The world as evolving information. In A. Minai, D. Braha, & Y. Bar-Yam (Eds.), *Unifying Themes in Complex Systems* (pp. 100–115). Berlin: Springer Berlin / Heidelberg.
- Gordon, D. M. (1996). The organization of work in social insect colonies. *Nature*. <http://doi.org/10.1038/380121a0>
- Gordon, D. M. (2002). The Regulation of Foraging Activity in Red Harvester Ant Colonies. *The American Naturalist*. <http://doi.org/10.1086/339461>
- Gordon, D. M. (2013). The rewards of restraint in the collective regulation of foraging by harvester ant colonies. *Nature*. <http://doi.org/10.1038/nature12137>
- Gordon, D. M. (2014). The Ecology of Collective Behavior. *PLoS Biology*. <http://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001805>
- Guchait, P., Hamilton, K., & Hua, N. (2014). Personality predictors of team taskwork understanding and transactive memory systems in service management teams. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*. <http://doi.org/10.1108/IJCHM-05-2013-0197>
- Guimerà, R., Uzzi, B., Spiro, J., & Nunes Amaral, L. A. (2005). Sociology: Team assembly mechanisms determine collaboration network structure and team performance. *Science*. <http://doi.org/10.1126/science.1106340>
- Hallinger, P. (2013). A conceptual framework for systematic reviews of research in educational leadership and management. *Journal of Educational Administration*. <http://doi.org/10.1108/09578231311304670>
- Harrison, D. A., Price, K. H., Gavin, J. H., & Florey, A. T. (2002). Time, teams, and task performance: Changing effects of surface- and deep-level diversity on group functioning. *Academy of Management Journal*. <http://doi.org/10.2307/3069328>
- Hausmann, R., Hidalgo, C. A., Bustos, S., Coscia, M., Chung, S., Jimenez, J., ... Yildirim, M. (2011). *The Atlas of Economic Complexity: Mapping paths to prosperity*. *Mapping Paths to Prosperity*. <http://doi.org/10.1136/jmg.30.4.350-c>
- Hidalgo, C. A., Balland, P. A., Boschma, R., Delgado, M., Feldman, M., Frenken, K., ... Zhu, S. (2018). The Principle of Relatedness. In *Springer Proceedings in Complexity*. http://doi.org/10.1007/978-3-319-96661-8_46
- Hidalgo, C. A., Winger, B., Barabási, A. L., & Hausmann, R. (2007). The product space conditions the development of nations. *Science*. <http://doi.org/10.1126/science.1144581>

- Hinds, P., Liu, L., & Lyon, J. (2011). Putting the global in global work: An intercultural lens on the practice of cross-national collaboration. *Academy of Management Annals*. <http://doi.org/10.1080/19416520.2011.586108>
- Homans, G. C. (2002). Social Behavior as Exchange. *American Journal of Sociology*. <https://doi.org/10.1086/222355>
- Jones, G. P., Millcich, M. J., Emsile, M. J., & Lunow, C. (1999). Self-recruitment in a coral fish population. *Nature*. <http://doi.org/10.1038/45538>
- Lawson, C., & Lorenz, E. (1999). Collective learning, tacit knowledge and regional innovative capacity. *Regional Studies*. <http://doi.org/10.1080/713693555>
- LePine, J. A., Hollenbeck, J. R., Ilgen, D. R., Colquitt, J. A., & Ellis, A. (2002). Gender composition, situational strength, and team decision-making accuracy: A criterion decomposition approach. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*. <http://doi.org/10.1006/obhd.2001.2986>
- LePine, J. A., Hollenbeck, J. R., Ilgen, D. R., & Hedlund, J. (1997). Effects of individual differences on the performance of hierarchical decision-making teams: Much more than g. *Journal of Applied Psychology*. <http://doi.org/10.1037/0021-9010.82.5.803>
- Mitchell, M. (2009). *Complexity: A Guided Tour*. (Oxford University Press, Ed.) *Complexity* (Vol. 16). Oxford University Press, USA. <http://doi.org/10.1080/09602011.2012.701865>
- Moreland, R. L., Levine, J. M., & Wingert, M. L. (1996). Creating ideal group: Composition Effects at Work. In *Understanding Group Behavior: Small Group Processes and Interpersonal Relations*. [http://doi.org/10.1016/S0048-7333\(01\)00124-X](http://doi.org/10.1016/S0048-7333(01)00124-X)
- Morgeson, F. (2005). Selecting Individuals in Team Settings : the Importance of Social ... *Personnel Psychology*.
- Morgeson, F. P., Reider, M. H., & Campion, M. A. (2005). Selecting individuals in team settings: The importance of social skills, personality characteristics, and teamwork knowledge. *Personnel Psychology*. <http://doi.org/10.1111/j.1744-6570.2005.655.x>
- Mosek, E. (n.d.). *Team Flow: The Missing Piece in Performance*. Victoria University. Retrieved from http://vuir.vu.edu.au/35038/1/MOSEK+Erez-Thesis__nosignatures.pdf
- Nakamura, J., & Csikszentmihalyi, M. (2014). The concept of flow. In *Flow and the Foundations of Positive Psychology: The Collected Works of Mihaly Csikszentmihalyi*. http://doi.org/10.1007/978-94-017-9088-8_16
- Nowak, M. A. (2006). Five rules for the evolution of cooperation. *Science*. <http://doi.org/10.1126/science.1133755>

- Perozo, N. (2011). *MODELADO MULTIAGENTE PARA SISTEMAS EMERGENTES Y AUTO-ORGANIZADOS*. Universidad de los Andes. Retrieved from <http://www.ing.ula.ve/~aguilar/actividad-docente/tesistas/doctorado/TESISDOCTORAL-NPEROZO.pdf>
- Páez-Amaya, D., Arias-Hernandez, N.A. and Molina-Prado, M.L., Interfaz gráfica para el análisis de las fuerzas de captura en una pinza óptica usando las aproximaciones de Rayleigh y Mie. *Bistua: Revista de la Facultad de Ciencias Básicas*, 14(2), pp. 182-193, 2016. DOI: 10.24054/01204211.v2.n2.2016.2192
- Prokopenko, M., Boschetti, F., & Ryan, A. J. (2009). An information-theoretic primer on complexity, self-organization, and emergence. *Complexity*, 15(1), 11–28. <http://doi.org/10.1002/cplx>
- Rand, D. G., & Nowak, M. A. (2013). Human cooperation. *Trends in Cognitive Sciences*. <http://doi.org/10.1016/j.tics.2013.06.003>
- Ross Ashby, W. (1947). Principles of the self-organizing dynamic system. *The Journal of General Psychology*, 37(2), 125–128. Retrieved from <http://csis.pace.edu/~marchese/CS396x/Computing/Ashby.pdf>
- Sakamaki, T., Behncke, I., Laporte, M., Mulavwa, M., Ryu, H., Takemoto, H., ... Furuichi, T. (2015). Intergroup transfer of females and social relationships between immigrants and residents in Bonobo (*Pan paniscus*) societies. In *Dispersing Primate Females: Life History and Social Strategies in Male-Philopatric Species*. http://doi.org/10.1007/978-4-431-55480-6_6
- Scorsone, E., Schulz, M., & Schweikhardt, D. (2018). The Policy Ramifications of Capital as Ideas. *Journal of Economic Issues*. <http://doi.org/10.1080/00213624.2018.1469897>
- Spiro, J., Amaral, L. A. N., Uzzi, B., & Guimera, R. (2005). Team Assembly Mechanisms Determine Collaboration Network Structure and Team Performance. *Science*. <http://doi.org/10.1126/science.1106340>
- Stasser, G., & Stewart, D. (1992). Discovery of Hidden Profiles by Decision-Making Groups: Solving a Problem Versus Making a Judgment. *Journal of Personality and Social Psychology*. <http://doi.org/10.1037/0022-3514.63.3.426>
- Stewart, D. D., Billings, R. S., & Stasser, G. (1998). Accountability and the discussion of unshared, critical information in decision-making groups. *Group Dynamics*. <http://doi.org/10.1037/1089-2699.2.1.18>
- Stewart, D. D., & Stewart, C. B. (2001). Group recall: The picture-superiority effect with shared and unshared information. *Group Dynamics*. <http://doi.org/10.1037/1089-2699.5.1.48>
- Van Der Vegt, G. S., & Stuart Bunderson, J. (2005). Learning and performance in multidisciplinary teams: The importance of collective team identification. *Academy of Management Journal*. <http://doi.org/10.5465/AMJ.2005.17407918>
- Wilson, S. P. (2018). Self-organization. In *Living Machines: A Handbook of Research in Biomimetic and Biohybrid Systems*. <http://doi.org/10.1093/oso/9780199674923.003.0005>
- Wobber, V., Wrangham, R., & Hare, B. (2010). Bonobos Exhibit Delayed Development of Social

Behavior and Cognition Relative to Chimpanzees. *Current Biology*.
<http://doi.org/10.1016/j.cub.2009.11.070>

Zubillaga, D., Cruz, G., Aguilar, L., Zapotécatl, J., Fernández, N., Aguilar, J., ... Gershenson, C. (2014). Measuring the Complexity of Self-Organizing Traffic Lights. *Entropy*, 16(5), 2384–2407. <http://doi.org/10.3390/e16052384>

*Para citar este artículo:**Murillo J.,Fernández N.Self-organizing games - A theoretical-conceptual approach to the development of work teams, in school settings-** Revista Bistua.2019. 17(2):73-92.

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

Recibido: Septiembre 07 de 2018

Aceptado: Enero 22 de 2019