

El diagnóstico de los sistemas complejos que ocurren en la educación.

Diagnosis of complex systems that occur in education.

Recibido Marzo 19 de 2020

Aceptación Mayo 29 de 2020

Por : Walfredo González Hernández.¹
Roberto Bueno Hernández.²
Walter Naveira Carreño.³

Resumen

En el artículo se realiza un análisis del diagnóstico en la actualidad, así como los procesos fundamentales después de un análisis de los autores encontrados sobre la temática. Posteriormente se abordan los sistemas complejos y sus características como elementos esenciales para su diagnóstico. Por último, se ofrece la metódica que incluye acciones de diagnóstico.

Palabras Clave:

Sistemas complejos, diagnóstico, diagnóstico de sistemas complejos

Abstracts

In the article an analysis of the diagnosis in the actuality is carried out, as well as the fundamental processes after an analysis of the found authors on the subject. Subsequently, complex systems and their characteristics are addressed as essential elements for their diagnosis. Finally, the method is offered which includes diagnostic actions.

Keywords:

Complex system, diagnostic, complex system diagnosis.

¹ Universidad de Matanzas - Cuba, Licenciado en Educación Especialidad Matemática y Computación, Master en Didáctica - Mención Didáctica de la Matemática en Ciencias Pedagógicas. walfredo.glez@umcc.cu

² Universidad de Matanzas - Cuba, Licenciado en Educación Especialidad Matemática y Computación, Master en Matemáticas Educativa. roberto.bueno@umcc.cu

³ Universidad de Matanzas - Cuba, Licenciado en Educación Especialidad Matemática y Computación, Master en Matemática Educativa. walter.naveira@umcc.cu

Introducción

La educación es uno de los procesos estratégicos en el mundo de hoy y a la cual se le suman investigaciones en todo el mundo tanto de sus procesos como de los actores involucrados. Muchas de estas investigaciones transcurren desde la detección del problema hasta la concreción en la práctica de una propuesta de solución para verificar su validez. Uno de los momentos de esta investigación lo constituye el diagnóstico como proceso del estado en que se encuentra el objeto de estudio de la investigación en un momento dado (Chernorizova et al., 2016). Cada una de estas investigaciones establece determinadas acciones para este propósito.

Sin embargo, en la educación pueden evidenciarse determinados procesos como el aprendizaje, la creatividad y la enseñanza que dependen de múltiples factores y poseen innumerables características. Para su análisis generalmente se involucran en realidades múltiples desde la subjetividad de los investigadores y los propios agentes estudiados, lo cual hace que confluyan muchos elementos de análisis. En este entorno, sumamente complejo y contradictorio establecer cualidades del objeto de estudio y dividir las en hechos observables y medibles puede conllevar a dejar de analizar facetas importantes. Estos sistemas son considerados complejos y los procesos en los que intervienen también por lo que asumirlos desde dimensiones e indicadores puede sesgar las conclusiones que de su estudio se derivan. Por tanto, en este artículo se propone una metodología para el análisis de estos sistemas complejos en la educación desde una perspectiva basada en los atractores.

Desarrollo.

1.1. El diagnóstico de los procesos educativos en la investigación científica

Diversos autores (Chernorizova et al., 2016; Mynbayeva, Vishnevskaya y Sadvakassova, 2015) han abordado el proceso del diagnóstico desde diferentes perspectivas y en los cuales ha predominado alguna de las diversas corrientes filosóficas desde el paradigma de lo que se debe diagnosticar. Un análisis de la definición de diagnóstico propuesta por el autor Lázaro Martínez (2002) donde lo define como "... es un proceso de indagación y de investigación, en donde se delimita un problema, se formulan unas hipótesis, procediendo a su rectificación, ratificación o modificación, para adoptar una decisión que requiere una información de la intervención o tratamiento, realizando un seguimiento cuyos resultados son permanentemente contrastados" (p. 112). Quiere decir que para este autor el diagnóstico es un proceso que dice poco del objeto a diagnosticar, cuestión con la cual no se concuerda, y que puede ser objeto de seguimiento. Esta última cuestión delimita una de las funciones del diagnóstico en cuanto permite conocer la evolución de los procesos que tienen lugar en el objeto, proceso o sujeto a diagnosticar.

Siguiendo esta tónica la autora García Morey (2011) introduce un nuevo elemento de análisis cuando plantea que el objetivo del diagnóstico está en la "... determinación del desarrollo psicológico que presenta un sujeto en el momento de la valoración, las potencialidades de asimilación de ayuda con la utilización de mediadores, así como las posibles causas de la desviación o estancamiento en caso de constatarse" (p. 7). Para ello, similar a la anterior, enumera un procedimiento en búsqueda de los elementos que caracterizan ese desarrollo psicológico que desean diagnosticar a partir del orden que reconocen "... dependerá del evaluador y el grado de profundidad y

duración que requiera de acuerdo con los objetivos que se haya propuesto" (p. 7). En estos autores, como en otros estudios analizados (Mynbayeva, Vishnevskaya y Sadvakassova, 2015), se basa el diagnóstico en la división del objeto de estudio en elementos distinguibles que pueden ser obtenidos, fundamentalmente, sobre la base de la aplicación de los métodos empíricos como encuestas, entrevistas u otros como los test.

De la misma manera se procede para otros procesos educativos como el análisis de los estilos de aprendizaje de los estudiantes (Gallego, 2013), la creatividad en los ingenieros informáticos (González Hernández, 2016), para las especialidades pedagógicas (Mynbayeva, Vishnevskaya y Sadvakassova, 2015) o para las investigaciones científicas (Biava, Pagani y de Oliveira, 2019). Cada uno de estos análisis, y muchos otros que no es posible citar, analizan el objeto de estudio a través de sus dimensiones e indicadores para lograr separar lo observable o medible que pueda constatar las hipótesis que se trazan. El término puede parecer tan aceptado en su concepción ontológica que existen investigaciones donde se usan (Delgado Pérez, Arbeláez, Ramos y Corría, 2016) pero no la definen.

Por otro lado, Díaz Duque (2015) aborda la dimensión como las características del proceso que estudia, cuestión esta que comparten otros autores más actuales (Tapia-Sosal, Ledo-Rayoll y Estrabao-Pérez, 2018). Al proceso en el cual se simplifica la variable para ser observable o medible se le denomina operacionalización de la variable (Rosales Echarri, 2002). Esta concepción puede ser un intento de separar el instrumento de la subjetividad del investigador, pretensión esta que lleva a contextos en los cuales el investigador pretende estar alejado del objeto que investiga. Esta cuestión es una de las más cuestionables en el área educativa pues el proceso de investigar "... implica la participación activa y permanente del investigador en el desarrollo de un modelo teórico

que va a crecer sólo a partir de sus construcciones teóricas sobre los indicadores que fundamentan la viabilidad de aquellas en el momento empírico” (González Rey, 2009, p. 221)

Una vez abordados los términos dimensión e indicador se infiere que el diagnóstico se basa, fundamentalmente, en el análisis de las dimensiones e indicadores del objeto de estudio. Sin embargo, este proceso no está claro cuando el objeto de estudio no puede ser dividido en dimensiones e indicadores porque es multifactorial, multivariado y de difícil comprensión y hacen poco comprensible su división. Al decir de Morin (2004) “Mientras que la ciencia de inspiración cartesiana iba muy lógicamente de lo complejo a lo simple, el pensamiento científico contemporáneo intenta leer la complejidad de lo real bajo la apariencia simple de los fenómenos” (p. 1). Uno de ellos lo constituyen los objetos de estudio caracterizados por la complejidad como puede ser el aprendizaje (González-Hernández, 2016, 2018) aunque requiere de su diagnóstico. Ello hace pensar que se necesita una forma diferente de diagnosticar estos procesos. Para el análisis de los procesos u objetos de estudio complejos es necesario realizar un breve análisis de la teoría de la complejidad desde sus vertientes actuales.

1.2 Los sistemas complejos y la perspectiva de un diagnóstico desde lo tradicional

El análisis de lo que hoy se ha llamado complejidad, sistemas complejos, pensamiento complejo o teoría de la complejidad pasa por el análisis de lo que se considera como complejo. En muchas investigaciones referidas por (García, 2006) se asume que lo complejo se ha entendido hasta el momento como sinónimo de complicado y se debe distinguir entre ellos. Por tanto, como se refiere en la literatura, las características esenciales

de los sistemas complejos son:

- Las funciones de los elementos (subsistemas) del sistema no son independientes; esto determina la interdefinibilidad de los componentes;
- El sistema como totalidad es abierto, es decir, carece de fronteras rígidas; está inmerso en una realidad más amplia con la cual interactúa por medio de flujos de materia, energía, recursos económicos, políticas regionales, nacionales, entre otras.
- Alto grado de indeterminación y de improbabilidad (Maldonado, 2016).

De estas características es importante añadir la postura de otro autor cuando refiere: “Y decimos que son complejos porque lo característico, lo fundamental, no son los elementos que lo configuran, sino las relaciones que se establecen entre ellos. Las relaciones se construyen ad hoc, es decir, en función de las necesidades del sistema y son condicionadas y modificadas por múltiples factores [...] O cómo se comportará ese mismo sistema ante similares circunstancias en un contexto diferente. He ahí la complejidad” (López Yáñez & Sánchez Moreno, 2000, p. 6). Sin embargo, este autor no aclara cuál es la cualidad que permite al sistema complejo esa variabilidad del comportamiento.

Otro análisis sitúa lo complejo en lo interno del sistema cuando plantea “Lo verdaderamente característico de los sistemas son los procesos que en ellos se dan, la forma en que allí ocurren las cosas. Esto significa que no se pueden trasplantar sin adaptación, sin contextualización, los procedimientos seguidos dentro de un sistema a otro, para alcanzar los mismos resultados, aunque tales procedimientos hayan tenido éxito en el primero de ellos” (López Yáñez & Sánchez Moreno, 2000, p. 10). Varios ejemplos de sistemas o procesos complejos son la elección de sus líderes en el grupo de estudiantes, el comportamiento en determinadas asignaturas o el proceso de aprendizaje grupal y colectivo, pues en ellos se dan procesos únicos

e irrepetibles que vienen dados no por la estructura que poseen sino por el sistema de interrelaciones que se establecen y que conforman el sistema. En estos sistemas grupales compuestos por individuos con subjetividades diferentes se integran cada una de ellas, o no, por el objetivo común que plantean o la oposición que hacen a estos. De tal manera que el sistema compuesto por estas interrelaciones plantea una estructura única que no es posible repetir en otros contextos en otras situaciones. En los entornos virtuales se ha detectado que estos grupos se configuran de formas diferentes en dependencia de la consigna (Tió Torriente, Estrada Sentí, González Hernández y Rodríguez Ortega, 2011) o de la actividad que se proponga. Otro sistema complejo que emerge durante la acción del sujeto lo constituyen los sentidos subjetivos (de Abreu Dobránszky & González Rey, 2018) como una unidad simbólico-emocional que se organiza en la experiencia social de la persona, en la cual la emergencia de una emoción estimula una expresión simbólica y viceversa, en un proceso en que se definen complejas configuraciones subjetivas sobre lo vivido (de Abreu Dobránszky & González Rey, 2018).

De estos autores analizados en el párrafo anterior es necesario recalcar el carácter sistémico y holístico que les confiere a estos sistemas además de estar en constante cambio y transformación a partir del flujo de intercambios que se producen con otros sistemas, cuestión esta parcialmente tratada en otras posturas. Estos intercambios hacen que el sistema complejo reorganice su estructura y funcionamiento cuando sea necesario al interactuar con otros sistemas por lo que se considera que son configuracionales (González-Hernández, 2016, 2018). Estos procesos de configuración transcurren cuando el intercambio que establecen con otros sistemas hacen emerger cualidades, estructuras o funcionamiento diferente en cada uno de ellos, cuestión esta que realiza los

conceptos de emergencia y entropía. De ahí su alto nivel de variabilidad en dependencia de los flujos que establezcan con otros sistemas. Por tanto, en el desarrollo de un sistema complejo intervienen tanto sus procesos internos, su estructura, así como su capacidad para establecer las relaciones con otros sistemas que les permita configurarse en este proceso de intercambio.

Un sistema complejo, por su concepción y estructura, puede ser el acto didáctico como espacio de configuración subjetiva construida entre el profesor, los estudiantes y el grupo. En este proceso intervienen las relaciones sociales que se establecen entre los tres actores, los procesos de transposición didáctica que tienen lugar para llegar a impartir el contenido de enseñanza y los métodos utilizados para lograr el aprendizaje de los estudiantes, así como el propio aprendizaje que tiene lugar en diferentes espacios didácticos.

Esta configuración subjetiva puede ser componente de otra más compleja como es la relación que se establece con la comunidad y la familia, en la cual se dan sistemas de flujo de información diferentes a los que acontecen en el aula. Pero, al mismo tiempo, la configuración subjetiva constituida entre el profesor, los estudiantes y el grupo forman parte de otra configuración social igualmente más compleja que se integra a otras configuraciones de otros profesores, otros estudiantes y otros grupos que se integran en la escuela como configuración social. Por tanto, diagnosticar estos sistemas complejos puede ser solo realizado teniendo en cuenta los espacios de confluencia con otras configuraciones, las relaciones que entre ellas se establecen y la emergencia o no de nuevas configuraciones subjetivas sociales.

Por ello es que se asume que “Los sistemas sociales son abiertos e

intercambian materia, energía, dinero e información con su entorno, por consiguiente, operan todo el tiempo lejos del equilibrio termodinámico, es decir, en una zona crítica. Merced solamente a la dinámica interna, se produce un comportamiento coherente, llamado autoorganización.” (Gutiérrez Sánchez, 2000, p. 47). Uno de estos procesos, que no puede ser reducido y que es reconocido como complejo es el aprendizaje (González-Hernández, 2018), así como las configuraciones subjetivas que en él intervienen por lo que tiene dos cualidades importantes que lo distinguen: configuracional y subjetivado. Otros procesos complejos son la imaginación y la fantasía como procesos de producción subjetiva propios de los seres humanos.

Un análisis de lo expuesto hasta el momento pudiera llevar a pensar que en estos sistemas el diagnóstico pudiera estar centrado en los tres elementos que se han expuesto hasta ahora: su estructura, las relaciones entre estos y lo configuracional en su relación con los otros sistemas. No obstante, al asumir que estos sistemas pueden ser caóticos cuyo comportamiento responde a un patrón que lleva al orden es necesario introducir el concepto de atractor referenciado por Rubio Terrado (2018) cuando plantea “Los atractores marcan pautas de tendencia para eliminar las perturbaciones y buscar el equilibrio del estado mediante su acomodo al entorno” (p. 252). De otra manera es abordado por Mascareño (2019), cuando plantea que es “... la parte constitutiva del sistema complejo con capacidad de resistir las perturbaciones del entorno; marcan la pauta de los patrones de innovación del sistema ...” (Mascareño, 2019, p. 22)

De esta definición se desprende la idea de que los atractores de un sistema son los elementos que logran estabilizar al sistema complejo de su curso entrópico. Debido a que los sistemas complejos tienden al desorden y al caos, necesitan para sustentar su

estabilidad contrarrestar la entropía: los atractores generan la energía del sistema y con ello compensan la que se pierde durante la entropía, de forma tal que consigue la estabilidad espacio-temporal del sistema. que es lo que lleva a la transición del orden al desorden y viceversa en un sistema caótico. Los atractores extraños juegan un papel fundamental porque “... constituyen el paradigma en el estudio del caos-, y que son bastante utilizados en el estudio de fenómenos como los solitones, la identificación de puntos críticos, estados críticos y transiciones de fase, y en general, la identificación de los grados de libertad de los fenómenos de que se trata en cada caso” (Maldonado, 2008, p. 163).

Por tanto, los atractores son los que permiten la integridad del sistema cuando establece el intercambio con otros sistemas y ellos organizan las funciones y estructura del sistema de tal manera que les permita continuar existiendo. De ahí la importancia del análisis de los atractores para el diagnóstico de un sistema complejo como plantea Carlos Eduardo Maldonado (2003) al referirse a las transiciones que pueden darse en un sistema complejo “..., identificando atractores en los comportamientos de un sistema o de los componentes de un sistema [...] precisando los puntos críticos en los estados de un sistema que permiten justamente trazar mapas acerca de las inestabilidades y/o evoluciones del sistema del caso” (p. 12). Una de las investigaciones que asume el atractor como eje de los sistemas complejos es propuesta por la autora Mitjans Martínez (2013) cuando propone tres atractores para definir el aprendizaje creativo. Derivado de estos análisis es que se asume que el diagnóstico de los sistemas complejos debe tener en cuenta no sólo las relaciones con el resto de los sistemas que interactúan sino el comportamiento de los atractores dentro del sistema.

1.3 Procedimiento para diagnosticar los sistemas complejos.

Volviendo al análisis del cómo diagnosticar estos sistemas complejos, algunas pautas pueden avizorarse desde el análisis realizado en los acápites anteriores. Una primera pauta está en qué diagnosticar y una segunda pauta en el propio proceso de diagnóstico. De lo analizado se deriva que para el diagnóstico de los sistemas complejos es necesario determinar los atractores que poseen.

Del primer acápite se conoce que los sistemas complejos pueden ser diagnosticados a partir de sus atractores como elementos integradores del sistema y permite al sistema configurarse ante las relaciones con otros sistemas. Estas consideraciones abren la problemática de cómo determinar estas relaciones y evaluar el estado en el cual se encuentran. Las soluciones propuestas confluyen en dos grandes tipos: soluciones cuantitativas y cualitativas. Dentro de la primera solución se utilizan correlaciones que permitan establecer las relaciones que existen entre estos componentes (Pérez Soza, 2019). Para (Mokshin, Mokshin y Sharnin, 2019) es importante aplicar algoritmos genéticos a partir de una ampliación del polinomio Kholmogorov-Gabor para las regresiones lineales mejorando su capacidad predictiva. Mientras, las que se basan en la combinación de métodos cualitativos (Vidal, 2019) desde la observación y la inclusión del observador en estos procesos.

Por su parte otros autores (González-Rey & Patiño-Torres, 2017; Rossato & Martínez, 2017) han construido lo que llaman epistemología cualitativa, considerada como una alternativa a los enfoques predominantes en la actualidad (Macedo Pereira, Conceição y Martínez, 2016). Para esta concepción, los instrumentos no representan una vía objetiva generadora de respuestas, más una

herramienta interactiva que favorece la expresión del sujeto. Ellos son definidos como situaciones o recursos que permiten al otro expresan en el contexto de la relación que caracteriza la investigación (González Rey, 2011). Dada la complejidad del objeto de estudio deben usar otros instrumentos: Composición Abierta (Mitjans Martínez & González Rey, 2012) que se utiliza para obtener informaciones relevantes para la comprensión de su constitución subjetiva y definir sentidos subjetivos que aparecen en el proceso de aprender. Instrumento de completar frases y Entrevistas abiertas: concebida como un espacio de diálogo para la obtención y construcción de la información y reformulación de hipótesis del investigador sobre los aspectos subjetivos que se estudian (González Rey, 2017).

Otro de los métodos propuestos por estos autores (Rossato & Martínez, 2017) lo constituyen las situaciones de aprendizaje reales y entrevista abierta con los sujetos sobre las vivencias, reflexiones y producciones vinculadas con el proceso de aprendizaje estimulado por ellas. Las situaciones de aprendizaje serán elegidas entre las principales disciplinas cursadas por los sujetos en función de los criterios siguientes: a) su carácter heurístico; b) que impliquen la utilización de conocimientos previamente aprendidos; c) que tengan relevancia en función de los objetivos de la disciplina. Se planea la utilización de, como mínimo, dos situaciones de aprendizaje para cada sujeto. Otro de los métodos utilizados es la Observación: 1) la dinámica del aula en las disciplinas seleccionadas, centrándose principalmente en el sistema de comunicación profesor-alumno, alumno-alumno, la emocionalidad dominante, requisitos y retos y formas de expresión y la participación de los sujetos en la dinámica de disciplinas, entre otros; 2) de la dinámica de los grupos que los sujetos conforman enfocando especialmente el sistema de comunicación entre otros aspectos.

En cada caso se harán el número de observaciones necesarias para construir hipótesis sólidas.

De todas las soluciones propuestas en los párrafos anteriores se desprende el análisis constante de estos sistemas, pues la dinámica que presentan a partir de las emergencias y la interrelación entre el orden y el desorden no se logra con un único momento. Ello lleva a plantear la necesidad del monitoreo por intervalos de tiempo de su comportamiento durante su estudio, más allá de un diagnóstico signado por un único método por lo que se considera que es importante la integración de variados métodos que permitan un acercamiento desde las limitaciones y ventajas que tiene cada uno de ellos. Para eso, el investigador debe seleccionar los métodos que utilizará a partir de lo que le puede aportar cada método y las interpretaciones que puede hacer de las informaciones que obtendrá de su aplicación. Por ello se asume como segundo paso caracterizar los atractores así como el sistema de relaciones que posee la estructura del sistema con respecto a ellos.

A partir de las características de estos atractores es posible entonces detectar las cualidades que emergen en su evolución como sistemas. Estas cualidades pueden ser detectadas a partir de un proceso de análisis de las etapas más generales que componen su evolución a partir de dos elementos fundamentales: las transiciones del orden al desorden y viceversa y la ocurrencia de emergencias en el sistema que lleven a una nueva cualidad. Para ese análisis juegan un papel esencial los métodos probabilísticos (Eichmann, Goldhammer, Greiff, Pucite y Naumann, 2019) que permitan determinar la probabilidad de ocurrencia de un proceso de transición o de emergencia en estos sistemas complejos. Ello posibilitaría determinar las posibles etapas de evolución del sistema y permitiría a los investigadores elaborar estrategias en cada etapa, así como

las cualidades necesarias de investigar en ellos. También es conveniente analizar las configuraciones que pueden adoptar en el transcurso de los procesos de intercambio que ocurren con los sistemas que interactúan en cada etapa de su desarrollo.

Al mismo tiempo que las acciones anteriores de diagnóstico transcurren es necesario caracterizar las integraciones que se producen con otros sistemas, de las cuales pueden emerger cualidades diferentes en su interacción. De ahí la necesidad de no sólo caracterizar el sistema objeto de estudio sino aquellos sistemas con los cuales interactúan en el momento del diagnóstico y los procesos de flujo que se dan en esta interacción, pues de ello pueden derivarse, entre otras cuestiones, el comportamiento que asuma este sistema.

Conclusiones.

El diagnóstico en la investigación científica de los procesos educativos adolece de un marcado carácter reduccionista, en tanto encauza el análisis dividiendo en dimensiones e indicadores. Estos últimos se derivan de hechos observables y que pueden ser medidos. Esta forma de diagnosticar contrasta con los procesos educativos que tienden a ser irreducibles, no lineales y difícilmente observables en su dinámica.

Para comprender los procesos educativos en toda su magnitud es necesario asumir una posición compleja tanto en su análisis como en su diagnóstico. Los referentes teóricos acerca de la complejidad pueden constituir posiciones que permitan explicar fenómenos educativos con mayor acercamiento a su comportamiento real. Ello llevaría a determinar con mayor objetividad e integralidad su estado para planificar las acciones a implementar que lo conduzca al estado deseado.

El diagnóstico de los sistemas

complejos debe ser ininterrumpido por la alta variabilidad y el constante cambio de las estructuras y relaciones internas y con otros sistemas en el medio externo que en él se establecen. También es importante determinar los atractores y sus cualidades para lograr establecer los criterios de medida que permitan aseverar sus momentos de inflexión.

Referencias bibliográficas

Biava, L., Pagani, C. y de Oliveira, G. C. (2019). Indicadores de pesquisa científica como ferramenta para a gestão da universidade. *Brazilian Applied Science Review*, 3(1), 69-91.

Chernorizova, A. M., Isaycheva, S. A., Zinchenko, Y. P., Znamenskaya, I. A., Zakharov, P. N., Khakhalin, A. V., Galatenko, V. V. (2016). Psychophysiological methods for the diagnostics of human functional states: New approaches and perspectives. *Psychology in Russia: State of the Art*, 9(4), 23-36. doi:10.11621/pir.2016.0403

de Abreu Dobránszky, I. y González Rey, F. L. (2018). A produção de sentidos subjetivos e as configurações subjetivas na especialização esportiva. *Revista Brasileira de Psicologia do Esporte*, 2(2), 1-18.

Delgado Pérez, M., Arboláez, M. P., Ramos, A. T. y Corría, B. R. (2016). Las dimensiones en el uso de la información: una exigencia teórica y metodológica en la calidad de los servicios de información. *Revista Publicando*, 3(6), 298-309.

Duque, J. A. (2015). La Dimensión de la Sostenibilidad en la Enseñanza de las Ingenierías en Cuba. *Foro de Educación*, 13 (19), 241-262.

Eichmann, B., Goldhammer, F., Greiff, S., Pucite, L. y Naumann, J. (2019). The role of planning in complex problem solving. *Computers & Education*, 128, 1-12. doi:10.1016/j.compedu.2018.08.004

Gallego, D. J. (2013). Ya he diagnosticado el estilo de aprendizaje de mis alumnos y ahora ¿qué hago?. *Revista Estilos de Aprendizaje*, 11(12), 1-15.

García Morey, A. (2011). *Psicología Clínica Infantil. Evaluación y Diagnóstico*. La Habana: Publicaciones PSICOalternativas.

García, R. (2006). *Sistemas complejos*. Barcelona: Gedisa, 202.

González Hernández, W. (2016). Detection of Potentially Creative Students for Informatics Activities. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 6(1), 80-84.

González Rey, F. L. (2007). Sentidos subjetivos, lenguaje y sujeto: avanzando en una perspectiva posttradicionalista en psicoterapia. *Rivista di psichiatria*, 46(5-6), 310-314.

González Rey, F. L. (2011). As categorias de sentido, sentido pessoal e sentido subjetivo: sua evolução e diferenciação na teoria histórico-cultural. *Psicologia da Educação*, (24), 155-179.

González-Hernández, W. (2016). Las leyes de la didáctica y la realidad escolarizada. ¿Necesidad de cambio?. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, XLVI(3), 85-110.

González-Hernández, W. (2018). Aproximación al aprendizaje desarrollador en la Educación Superior. *Educação (FSMG)*, 43(1), 11-26.

González-Rey, F. y Patiño-Torres, J. F. (2017). La Epistemología Cualitativa y el estudio de la subjetividad en una perspectiva cultural-histórica. *Conversación con Fernando González Rey*. *Revista de Estudios Sociales*, (35), 120-127. doi:10.7440/res60.2017.10

Gutiérrez Sánchez, J. L. (2000). Sociedad, política, cultura y sistemas complejos. *Ciencias*, (059), 45-54.

Lázaro Martínez, Á. J. (2002). *Procedimientos y técnicas del*

- diagnóstico en educación. *Tendencias Pedagógicas*, (7), 97-116.
- López Yáñez, J. y Sánchez Moreno, M. R. (2000). *Acerca del cambio en los sistemas complejos*. Sevilla-España: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Sevilla.
- Macedo Pereira, A. B., Conceição, M. I. y Martínez, A. M. (2016). Epistemología cualitativa de González Rey: una forma diferente de análisis de "datos". *Revista Tecnica*, 1(1), 17-31.
- Maldonado, C. E. (2003). Un problema difícil en ciencia y filosofía: Cómo medir la complejidad de un sistema. Paper presented at the III Encuentro Nacional de Filosofía, Bogotá.
- Maldonado, C. E. (2008). Complejidad y ciencias sociales desde el aporte de las matemáticas cualitativas. *Cinta Moebio*, (33), 153-170.
- Maldonado, C. E. (2016). Significado e impacto de las ciencias de la complejidad. Bogotá, Colombia: Ediciones desde Abajo.
- Mascareño, C. (2019). De las tribus a los sistemas complejos, ¿qué hay de nuevo en la ciudad? *Mayéutica Revista Científica de Humanidades y Artes*, 7, 9-30.
- Mitjans Martínez, A. (2013). Aprendizaje creativo: desafíos para la práctica pedagógica. *CS*, (11), 311 - 341.
- Mitjans Martínez, A. y González Rey, F. (2012). O subjetivo e o operacional na aprendizagem escolar: pesquisas e reflexões. *Ensino e aprendizagem: a subjetividade em foco*. Brasília, DF: Liber.
- Mokshin, A. V., Mokshin, V. V. y Sharnin, L. M. (2019). Adaptive Genetic Algorithms Used to Analyze Behavior of Complex System. *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation*, 71, p. 174-186.
- Morin, E. (2004). La epistemología de la complejidad. *Gazeta de Antropología*, 20, 1-15.
- Mynbayeva, A., Vishnevskaya, A. y Sadvakassova, Z. (2015). Diagnosis of Students Intellectual Potential on Pedagogical Specialties. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, N° 171, 776-781.
- Pérez Soza, T. (2019). El desarrollo de la competencia: resolver problemas de econometría en los estudiantes de la carrera de Licenciatura en Contabilidad y Finanzas. (Doctorado en Ciencias Pedagógicas), Universidad de Matanzas, Matanzas-Cuba.
- Rosales Echarri, V. (2002). La metodología de la Investigación Educativa para la Formación del Profesional. (Tesis Doctoral), Instituto Superior Pedagógico para la Educación Técnica y Profesional "Hector Alfredo Pineda Zaldivar", La Habana-Cuba.
- Rossato, M. y Martínez, A. M. (2017). A metodologia construtiva-interpretativa como expressão da Epistemologia Qualitativa na pesquisa sobre o desenvolvimento da subjetividade. *Investigação Qualitativa em Educação*, 1, 343-352.
- Rubio Terrado, P. (2018). Aplicación de las teorías de la complejidad a la comprensión del territorio. *Estudios Geográficos*, 79(284), 237-265.
- Tapia-Sosal, E., Ledo-Rayoll, C. T. y Estrabao-Pérez, A. (2018). Diseño curricular de la práctica pre profesional y estrategia de investigación formativa en la Educación Superior. *Maestro y Sociedad. Revista Electrónica para Maestros y Profesores*(Número Especial I Simposio Internacional de Ciencias Pedagógicas), 176-188.
- Tió Torriente, L., Estrada Sentí, V., González Hernández, W. y Rodríguez Ortega, R. Instrumento y herramienta informática para guiar, controlar y evaluar las interacciones de los estudiantes en foros virtuales. *Educación Médica Superior*, 25(2), 59-96.
- Vidal, J. P. (2019). Perspectivas de la teoría sistémica para la observación de la complejidad. *Complexitas-Revista de Filosofía Temática*, 2(2), 95-108.