

Paradigma de la complejidad, modelos científicos y conocimiento educativo

Clara Romero Pérez

Universidad de Huelva

El objetivo de este artículo es mostrar los principios epistemológicos sobre los que se apoya el Paradigma de la Complejidad y la Teoría del Caos, así como también contextualizar su desarrollo en el marco del debate epistemológico actual. Este Paradigma aglutina a científicos de diversos campos de conocimiento que insisten en la conveniencia de adoptar nuevos modelos teóricos, metodológicos y, por ende, una nueva epistemología, que permita a la comunidad científica elaborar teorías más ajustadas de la realidad. Teorías que permitan diseñar (modelizar) y poner en prácticas modelos de intervención –social, sanitaria, educativa, política, económica, ambiental, cultural, etc.– más eficaces que ayuden a pilotar y regular las acciones individuales y colectivas. Subyace en esta actitud reformista un firme intento de reformar la racionalidad sobre la que la ciencia y la tecnología se han venido apoyando.

1. La reforma del pensamiento en la Ciencia: del Paradigma Mecanicista al Paradigma de la Complejidad

En los últimos años se ha reabierto un nuevo frente de discusión en el que participan científicos e intelectuales sobre la necesidad de reformar el pensamiento y el conocimiento. La segunda mitad del siglo XX y, más concretamente, desde los años 50 a los 70, nos legó, a través de la Teoría General de Sistemas de L. Von Bertalanffy, herramientas conceptuales y metodológicas apropiadas para generar un conocimiento fidedigno –lo que no quiere decir «exacto»– de la Realidad como un todo organizado en funcionamiento compuesto de múltiples dimensiones y elementos interrelacionados;

Interpretar la realidad desde esta metáfora implicó una primera ruptura epistemológica de enorme relevancia científica. A raíz de la Teoría General de Sistemas, la vocación analítica de la ciencia paradigmática

cede paso a la vocación sistémica de una *nueva ciencia*: la Sistémica. Aún así, el pensamiento sistémico no desbanca el pensamiento analítico de la ciencia clásica. No obstante, el último tercio del siglo XX ofrecerá nuevos hallazgos y modelos científicos haciendo nacer, en palabras del sistemista y matemático Lorenzo Ferrer, «por primera vez en la Historia de la Ciencia, un Pensamiento Sistémico compacto, heredero de «todos», alternativa a un Paradigma Mecanicista» (Ferrer, L.:1998:217). Pensamiento sistémico compacto que en términos paradigmáticos se rotula bajo el nombre de *Paradigma de la Complejidad*.

El Paradigma de la Complejidad aglutina a científicos de diversos campos de conocimiento que insisten en la conveniencia de adoptar nuevos modelos teóricos, metodológicos y, por ende, una nueva epistemología, que permita a la comunidad científica elaborar teorías más ajustadas de la realidad que posibilite, al mismo tiempo, diseñar y poner en prácticas modelos de intervención –social, sanitaria, educativa, política, económica, ambiental, cultural, etc.– más eficaces que ayuden a pilotar y regular las acciones individuales y colectivas. Subyace en esta actitud reformista un firme intento de reformar la racionalidad sobre la que la ciencia y la tecnología se han venido apoyando. Esta actitud reformista afecta indistintamente tanto a las ciencias empírico-naturales como a las ciencias sociales y humanas y, en consecuencia, incide asimismo en las Ciencias de la Educación.

Los valores epistémicos que motivan esta reforma del pensamiento son, entre otros, los siguientes:

- (a) conocer para hacer; es decir, combinar los conocimientos teóricos con los de acción;
- (b) conocer para innovar; o lo que es igual, conocer para crear nuevos conocimientos, más allá del saber técnico-aplicacionista;
- (c) conocer para repensar lo conocido o pensado; es decir, epistemologizar el conocimiento, poner a prueba las categorías conceptuales con las que el científico o el tecnólogo trabajan para hacer inteligible o manipulable la realidad de la realidad que se desea estudiar o sobre la que se desea intervenir.

Este nuevo espíritu reformista integra la vocación analítica de la ciencia positivista con la vocación transdisciplinaria y problematizadora de la filosofía sustantiva. Conjugar ambos intereses es lo que pretenden las Ciencias de la Complejidad (De Rosnay, J.:1996) y el Paradigma de la Complejidad (Morin, E.:1986, 1992). Espíritu que pivota sobre:

- ? la ley de la transdisciplinarietà y la metáfora sistémica (Paradigma de la Complejidad o Pensamiento Sistémico).

- ? Una teoría unificada del conocimiento a partir de la teoría de la autoorganización y la teoría de la dinámica de los sistemas complejos (Ciencias de la Complejidad).

2. Paradigma de la Complejidad y transdisciplinariedad

La vocación analítica de la ciencia positivista genera un saber especializado, reduccionista y fragmentado. Los esfuerzos interdisciplinares, aun cuando nos ayudan a prevenir los excesos de especialización y de compartimentalización del saber, no resultan suficientes para dar cuenta de la *complejidad* de los fenómenos, sean biofísicos o socioculturales. Es decir, la interdisciplinariedad no resulta una estrategia válida para dar cuenta del entrelazamiento de las múltiples dimensiones sobre las que se organiza la realidad como un Todo, o, lo que es lo mismo, como una unidad interrelacionada (complejidad). Para superar este reduccionismo, el Paradigma de la Complejidad postula la necesidad de organizar el conocimiento científico desde la transdisciplinariedad. La proyección transdisciplinaria de las ciencias persigue como objetivo, siguiendo a Edgar Morin (2001:32 y s.) «no un sector o parcela sino un sistema complejo que forma un todo organizador que operan el restablecimiento de conjuntos constituidos a partir de interacciones, retroacciones, interretroacciones y constituyen complejos que se organizan de por sí». El epistemólogo y físico teórico Basarab Nicolescu, actual director del CIRET¹, ha precisado aún más esta noción. Por transdisciplinariedad entiende aquellos que se sitúa a la vez *entre* las disciplinas (interdisciplinariedad), *a través* de las disciplinas (pluridisciplinariedad) y *más allá* de las disciplinas (transdisciplinariedad) cuya finalidad es *la comprensión del mundo presente* a partir de la unidad del conocimiento. Unidad que no opera por reducción, como es lo propio de la Ciencia Positivista, sino integrando y dando cuenta de la pluralidad, de la diversidad, de las propiedades emergentes de la realidad, como evidencia la Teoría del Caos.

Las principales diferencias entre ciencia inter o disciplinar –un ejemplo de este tipo de organización del conocimiento se da en las Ciencias de la Educación sin excluir con ello a los restantes campos científicos– y ciencia transdisciplinar vendrían dadas por la finalidades epistémicas y la escala y racionalidad aplicadas:

- (a) en relación con las *finalidades*, si a la ciencia (inter)disciplinar corresponde explicar, sin trascender, su objeto propio de conocimiento a fin de preservar su autonomía como ciencia, a la ciencia transdisciplinar corresponde comprender y explicar la dinámica evolutiva de

¹ CIRET (Centre International de Recherche et Études Transdisciplinaires). Fundado en 1987, la actividad del CIRET, a la que están vinculados los investigadores de la Asociación del Pensamiento Complejo (APC) y el Programa Europeo MCX «Modelización de la Complejidad» (París), es muy fructífera, como puede visualizarse en la WEB oficial del Centro. <http://perso.club-internet.fr/nicol/ciret>

los fenómenos como consecuencia de la complejidad dinámica que caracteriza la realidad. A pesar de los hallazgos y el progreso que para el conocimiento ha supuesto la ciencia inter (disciplinar) de vocación analítica, ésta, no obstante, sólo ha permitido dar cuenta de una *complejidad simplificada* y reductora que excluye de sus explicaciones, entre otros procesos, las fluctuaciones, la irreversibilidad, la aleatoriedad, el entrelazamiento de las partes y el todo, la auto-organización o de procesos de emergencia espontánea de orden a partir de lo indeterminado, lo impredecible o caótico (Núñez Cubero, L. y Romero Pérez, C.:2003).

- (b) En relación con la escala y la racionalidad aplicadas, si la ciencia analítica aplica el reduccionismo –«parte» vs «todo»– e incorpora los criterios de racionalidad de la ciencia positivista: reduccionismo, repetición (experimentación) y refutación de hipótesis (Ferrer, L.:1998), la transdisciplinariedad en la ciencia incorpora estos tres principios: (i) el principio de no reducción; (ii) la lógica del tercero incluido (principio de inclusión) y el análisis sistémico que se interesa por dicha *complejidad dinámica*.

Aplicada a las Ciencias Humanas y Sociales, la transdisciplinariedad permite constatar las continuidades y discontinuidades de los fenómenos sociohumanos integrando las explicaciones y visiones que ofrecen las nuevas Ciencias de la Complejidad. Como ejemplos de Ciencias Transdisciplinares situaríamos, en la línea de Edgar Morin, a las Ciencias Sistémicas siguientes: Ecología, Ciencias de la Tierra, Ciencias de Gestión. En otra línea, Joël de Rosnay (1996:283) incluye nuevas ciencias como la Neobiología, consagradas al estudio de la vida artificial, y la Simbionomía, encargada de estudiar las conexiones y continuidades entre los fenómenos naturales y artificiales, artísticos y técnicos, culturales y civilizatorios en un complejo cognoscitivo coherente, es decir, un marco teórico global que encuadren a todas las demás disciplinas, no compartimentalizado o reductor.

El intento por proyectar esta visión transdisciplinaria a las Ciencias de la Educación lo ha realizado Georges Lerbet (1995). Como se ha indicado, la visión transdisciplinaria tiene por objeto generar un sistema de conocimientos unificado y multidimensional en torno a una unidad organizada: el Hombre y el Universo. La propuesta de G. Lerbet se concreta en el proyecto de unas Nuevas Ciencias de la Educación para la que proclama un nuevo estatuto epistemológico. Lograr una comprensión integral de lo educativo pasaría por proyectar en el conocimiento educativo de modo unificado la mirada biótica y la simbólica junto con la propiamente pedagógica. Frente a la fragmentación del saber educativo y el monolingüismo científico, Lerbet propone la cooperación transdisciplinaria entre científicos procedentes de diversos campos (neurobiológicos, sociohistóricos, antropológicos y pedagógicos propiamente dichos). Estas nuevas Ciencias de la Educación incorporarían un puente entre la mirada biótica y la simbólica y tendrían como objetivo elaborar un conocimiento unificado, fiable y global

del fenómeno educativo en su contexto presente. La ruptura transdisciplinaria exige, como paso previo, la complementariedad de los estudios interdisciplinarios.

La necesidad de estrechar nexos entre el conocimiento humanístico y el científico, no sólo en el ámbito educativo, sino en cualesquiera de otras esferas del saber constituye, hoy por hoy, una doble exigencia: cognitiva y civilizatoria. Cognitiva, en la medida que precisamos de teorías unificadas de la realidad humana y su ubicación en el Universo. Civilizatoria, en la medida en que son numerosos y complejos (dinámicos e interdependientes) los desafíos a los que el ser humano debe necesariamente dar respuesta porque lo que está en juego es nuestra «civilidad». Y nuestro grado de «civilidad» o, lo que es lo mismo, de «eticidad» o «humanización» depende, entre otros, de nuevos conocimientos y valores que nos permitan elevar nuestra «autoconciencia» (Mosterín, J.:2001:42 y ss.) y nuestra responsabilidad ante los desafíos del presente y el futuro. Si el gran desafío cognitivo que tiene la comunidad académica es, ante todo, contribuir a edificar ese conocimiento unificado, integral, no reduccionista, el gran desafío ético consiste en la no menos importante tarea de hacer emerger un nuevo humanismo que restaure lo humano en el Cosmos. En esta tarea, la educación, como señalan los documentos e informes elaborados por los científicos del CIRET, entre otros organismos difusores del Paradigma de la Complejidad, en colaboración con UNESCO, adquiere un papel central como herramienta difusora de esta nueva cultura.

3. Caos y Complejidad: nuevos modelos y metáforas científicas

En el campo de las ciencias sociales y, con ello, en las ciencias de la educación, comienzan a transferirse toda una constelación de términos, principios y leyes explicativas que vienen siendo empleados por los nuevos modelos científicos derivados de la teoría del caos, la teoría de catástrofes, la geometría fractal, la teoría de la autopoiesis, la teoría de la autoorganización y la teoría de las estructuras disipativas – por citar sólo algunas de ellas– para explicar y comprender sus particulares y complejos objetos de estudio.

Las analogías, metáforas y préstamos teóricos que reciben hoy en día las ciencias sociales y las ciencias de la educación de las ciencias naturales no constituyen, sin embargo, una excepción si contemplamos la historia evolutiva de estas ciencias, ni tampoco responde a una cuestión de «modas» intelectuales. Este proceso de trasvase sólo se explica, sistémicamente hablando, como un proceso constitutivo propio de los sistemas abiertos que, en este caso, permite la reorganización y/o consolidación de una disciplina científica o un campo de conocimientos. Como señala Mayntz, R. (2002:65) las disciplinas científicas por más que *«pretendan configurarse como unidades grupales limpiamente delimitadas, difícilmente*

logran formar sistemas cerrados desde un punto de vista cognitivo. Al contrario, la historia evolutiva de la ciencia está plagada de casos de cruces transfronterizos y de enriquecimiento recíproco».

Educación fractal (De Rosnay, J.:1996), pedagogía eco-sistémica (Bertrand, Y. Valois, Y.:1998), pedagogía de la complejidad (Lipman, M.:1997; Banathy, B.:1991, 1992), pedagogía caótica (Colom, A.J.:2002, 2001), representan, entre otros, algunas de las tendencias teóricas actuales en el ámbito educativo derivadas directamente de estos nuevos modelos científicos. La emergencia de estas teorías educativas no puede explicarse sin hacer alusión a la ruptura epistemológica auspiciada por el desarrollo de la Teoría General de Sistemas de L. Von Bertalanffy nacida en la década de los 40-50 y, más recientemente en el tiempo (décadas de los 80 y 90), sin hacer alusión a las nuevas teorías científicas procedentes de las Matemáticas (René Thom y la teoría de catástrofes) la Física Cuántica (el «atractor» de Lorentz, los «fractales» de B. Mandelbrot), la Biología (la «autopoiesis» de Maturana y Varela), la Química (los «sistemas disipativos» de I. Prigogine) interesadas en explorar los procesos que explican la emergencia de estructuras de mayor complejización. Estructuras que no pueden explicarse a partir de la mera agregación de propiedades de los elementos o tipologías organizativas previamente alcanzadas por los sistemas, sino por la *interrelación* que se establecen entre sistema y entorno y los elementos que los constituyen. En el campo de las Ciencias Sociales y de la Cognición, no podemos obviar la incidencia de la Cibernética de segunda generación o de Segundo Orden (Heinz Von Foerster) y el Constructivismo cognitivo².

La visión sistémica o, lo que es lo mismo, relacional, procesual, no lineal o circular (recursividad) unida a los nuevos principios científicos que explican la emergencia de estructuras nuevas o más complejas (orden) a partir de lo imprevisible o aparentemente aleatorio (caos), permiten explicar y comprender –aplicando esta nueva *escala*– aquellos fenómenos dinámicos (sistemas dinámicos) que ocurren en el mundo real natural o social.

Teoría del caos y Paradigma de la complejidad constituyen los actuales modelos científicos transdisciplinares de los que se nutren teóricos de diversas áreas científicas, desde la Física, la Química, la Neurofisiología, la Biología y la Medicina hasta el Derecho, la Sociología, la Economía y la Pedagogía para aproximarse a sus respectivos objetos de estudio. Desde el punto de vista aplicado, la existencia de softwares adecuados (p.e.: Chaos Data Analyzer Profesional) permiten descubrir posibles comportamientos

² Sobre las implicaciones de ambas teorías científicas en educación véase el artículo de Romero Pérez, C. (2001): El constructivismo cibernético como metateoría educativa: aportaciones al estudio y regulación de los procesos de enseñanza y aprendizaje, Teoría de la Educación. Sociedad y Cultura en la Sociedad de la Información (Revista Electrónica), nº 3, 10 pp. <http://www3.usal.es/teoriaeducacion/>

caóticos que pueden originarse tras la modelización e implementación de un determinado programa o modelo (p.e.: pedagógico) mediante el empleo de la metodología basada en el análisis de sistemas: Modelización y Simulación. Un ejemplo de aplicación de la Teoría del Caos en Pedagogía nos la ofrecen Rius Lozano, M. et al (2002) y su equipo de investigación. El estudio, enmarcado en el Proyecto Transdisciplinar «La Teoría del Caos y sus aplicaciones a la evolución, autoorganización, predicción y control de sistemas complejos naturales y sociales», aplican la Teoría del Caos y el Análisis Sistémico (Paradigma de la Complejidad o Paradigma Sistémico) como metodología de análisis (conceptual y estadístico) para analizar la influencia del sistema educativo y de un programa de educación para la salud diseñado por los investigadores en el comportamiento respecto a la salud de jóvenes escolares de segundo ciclo de Secundaria.

Las posibilidades que estos modelos científicos ofrecen al estudio de la educación y, en general, de los sistemas sociales y psíquicos son diversas. En líneas generales nos permite en educación analizar los procesos homeodinámicos (transformaciones, cambios, derivas o bifurcaciones, desarrollos ulteriores) que inevitable y afortunadamente caracterizan a todos los sistemas abiertos. Desde el punto de vista instruccional, la perspectiva caótica y de la complejidad nos advierte del impacto significativos que pueden tener sobre un sujeto o grupo de sujetos las condiciones «ocultas»³ involucradas en los aprendizajes. Asimismo, permite comprender y explicar la conectividad (interrelación) existente en los procesos sociohumanos y educativos. Por ejemplo, más allá de concebir el sujeto (aprendiz) como un sistema exclusivamente psíquico (léase cognitivismo), se le concibe como sistema complejo o totalidad interrelacionada y, en consecuencia, como sistema biopsíquico y sociocultural simultáneamente.

Frente a la visión analítica y mecanicista de la ciencia clásica positivista, preocupada por observar y explicar una sólo dimensión de la realidad –biofísica, psíquica o social–, la nueva ciencia que inaugura el Paradigma de la Complejidad proyecta una visión unificadora de la naturaleza y la sociedad. Unificación que excluye toda pretensión reductora, como hizo la ciencia positivista, para lograrla a partir de la integración de todos los elementos y dimensiones que constituyen la realidad u objeto a analizar. La vocación multidimensional e integradora del Paradigma de la Complejidad localiza y establece puentes entre los distintos niveles de organización del sistema (ley sistémica de la totalidad) generando enfoques *integrados* del conocimiento (Núñez Cubero, L. y Romero Pérez, C.:2003:132 y ss.). Esta nueva forma de pensar y hacer ciencia desde la Complejidad y el Caos implica, entre otras, las siguientes características definitorias (Núñez Cubero, L. y Romero Pérez, C.: 2003:134):

³ En el sentido de no accesibles a primera vista por la complejidad dinámica de su estructura debido a la relación dinámica que se establece entre el todo y las variables implicadas.

- ✍ Analizar la *complejidad* o, lo que es igual, indagar las relaciones dinámicas del todo con las partes y las relaciones dinámicas entre azar (indeterminado) y necesidad (determinado, probabilístico). El «todo» o «sistema», como nos enseñó la Sistémica, implica algo más que una magnitud⁴, sino como una estructura diferenciada, con identidad (autonomía) propia que responde a un tipo de organización en funcionamiento y en relación específica. Esta estructura o sistema estaría compuesta por elementos interrelacionados que actúan y retroactúan en el interior del sistema en un flujo dinámico haciendo funcionar al sistema, transformándolo por los intercambios con el medio (entorno del sistema).

- ✍ Analizar lo *caótico*, es decir, el comportamiento impredecible del sistema pero que responde, no obstante, a un orden subyacente. No debe olvidarse que caos no es desorden, sino aparente desorden manifiesto que, sin embargo, responde a un orden latente. Los sistemas caóticos implican una dependencia sensible a las condiciones iniciales⁵ y son aperiódicos, por lo que resulta difícil predecir su trayectoria o evolución. Descubrir el comportamiento caótico del sistema o ese orden subyacente es el objetivo de la Teoría del Caos. Descubrir los atractores o focos activos de los sistemas, sean físicos o sociales, las fluctuaciones, la fractalidad, la coevolución de distintos sistemas, etc. son entre otros, dimensiones de la realidad que es posible conocer mediante esta teoría y este nuevo Paradigma Científico.

Mediante el Paradigma de la Complejidad nos aproximamos a una nueva forma de pensar la realidad. Si la ciencia mecanicista aspiraba al conocimiento de lo universal, la ciencia de la complejidad aspira al conocimiento de la diversidad y lo particular. Frente a una ciencia dualista, el Paradigma de la Complejidad se estructura sobre presupuestos no dualistas que reconoce diferencias de procesos de naturaleza diferente –bio-físicos, psicosociales y socioculturales– integrados en un sistema o todo organizado en funcionamiento. Frente a una ciencia reduccionista y monolingüe, el Paradigma de la Complejidad nos exhorta a construir una ciencia integradora, políglota, y, por tanto, inter y transdisciplinar. Frente a una ciencia que excluye la aleatoriedad, las bifurcaciones y fluctuaciones, en definitiva, el tiempo y, con ello, la irreversibilidad, el Paradigma de la Complejidad los incorpora y, con ello, la capacidad evolutiva y posibilidades transformado-

⁴ El «todo» al que hace referencia la Sistémica no se corresponde con la suma de las partes (principio de no sumatividad).

⁵ Esta ley de dependencia sensible a las condiciones iniciales recibe a menudo el calificativo de «efecto mariposa» (el impacto de los microcambios en el comportamiento del sistema, volviéndolo impredecible). El comportamiento caótico de un sistema se visualiza cuando ante dos condiciones iniciales similares, un sistema evoluciona de manera radical o parcialmente diferente a como lo hacen otros sistemas que parten de las mismas condiciones. Como puede observarse, el fenómeno del aprendizaje puede, de este modo, categorizarse como fenómeno caótico.

ras de los sistemas. Frente a la visión entrópica de la realidad, se opone, en el Paradigma de la Complejidad, la visión sinérgica de la misma. Frente al monismo científico de la ciencia paradigmática –Ciencia analítico-mecanicista–, el pluralismo metodológico del Paradigma de la Complejidad.

En definitiva y tal como nos enseñó el precursor de este Paradigma, L. Von Bertalanffy (1976), el Paradigma de la Complejidad –y, con ello, la Sistémica que es donde tiene su origen– constituye algo más que ciencia, de tal modo que es también y simultáneamente tecnología, epistemología, ontología y axiología.

Referencias bibliográficas

BATESON, G. (1993): *Una unidad sagrada. Pasos ulteriores hacia una ecología de la mente*. Barcelona, Gedisa.

CASTILLEJO, J.L. y COLOM, A.J. (Eds.) (1987): *Pedagogía sistémica*. Barcelona, CEAC.

COLOM CAÑELLAS, A.J. (1982): *Teoría y metateoría de la educación. Un enfoque a la luz de la Teoría General de Sistemas*. México, Trillas.

COLOM CAÑELLAS, A.J. (2002): *La deconstrucción del conocimiento pedagógico. Nuevas perspectivas en teoría de la educación*. Barcelona, Paidós.

DE ROSNAY, J. (1996): *El hombre simbiótico. Miradas sobre el tercer milenio*. Madrid, Cátedra.

DELGADO GUTIÉRREZ, J.A. (2002): *Análisis sistémico. Su aplicación a las comunidades humanas*. Madrid, CIE Inversiones Editoriales Dossat 2000.

ESCOHOTADO, A. (2000): *Caos y orden*. Madrid, Espasa Calpe.

FERRER FIGUERAS, L. (1998): *Del paradigma mecanicista de la ciencia al paradigma sistémico*. Valencia, Ayuntamiento de Valencia/Universitat de Valencia.

LERBET, G. (1995): *Les nouvelles Sciences de l'Éducation*. Paris, Nathan.

LIPMAN, M. (1997): *Pensamiento complejo y educación*. Madrid, Ediciones de la Torre.

LUHMANN, N. (1996): *Introducción a la Teoría de Sistemas*. México-Barcelona, Antropos/Universidad Iberoamericana/ITESO.

MARCPHERSON, E.D. (1998): «Caos en el currículum», en *Revista de Estudios del Currículum (REC)*; 147-168.

MATURANA, H. y VARELA, F. (1990): *El árbol del conocimiento*. Madrid, Debate.

- MAYNTZ, R. (2002): «Modelos científicos, teoría sociológica y el problema macro-micro», *Revista Española de Investigaciones Sociológicas (REIS)*, 98; 65-78.
- MORIN, E. (2001): *La mente bien ordenada*. Barcelona, Seix Barrall.
- MOSTERÍN, J. (2001): *Ciencia viva*. Madrid, Espasa Calpe.
- NÚÑEZ CUBERO, L. (1986): *La educación construible. Bases para una teoría dinámica de la educación*. Sevilla, Universidad de Sevilla.
- NÚÑEZ CUBERO, L. y ROMERO PÉREZ, C. (2003): *Pensar la educación. Conceptos y opciones fundamentales*. Madrid, Pirámide.
- RIUS, M. et al. (2002): «Teoría del Caos y Educación para la Salud», en FERRER, L.; CASELLES, A. et al. (Eds.): *Ciudad, Sociedad, Educación, Control, Caos y Autoorganización*. Valencia, Sociedad Española de Sistemas Generales/Universidad de Valencia.
- ROMERO PÉREZ, C. (1999): «Innovación y cambio en la institución escolar: gestionar el cambio incrementando la complejidad», en RODRÍGUEZ NEIRA, T. et al. (Eds.): *Cambio educativo: presente y futuro*. Actas del VII Congreso Nacional de Teoría de la Educación, Oviedo, Universidad de Oviedo; 189-199.
- ROMERO PÉREZ, C. (2001): «El constructivismo cibernético como metateoría educativa: aportaciones al estudio y regulación de los procesos de enseñanza y aprendizaje», *Teoría de la Educación. Sociedad y Cultura en la Sociedad de la Información*, 3 (Revista Electrónica) <http://www3.usal.es/teoriaeducacion>.
- SANVISENS, A. (1984): *Cibernética de lo humano*. Barcelona, Oikos-Tau.
- SMITH, P. (2001): *El caos. Una explicación a la teoría*. Madrid, Cambridge University Press.
- VEGA MANCERA, F. (2003): «¿Posibilidad de una pedagogía caótica?», en *Addenda XXII Seminario Interuniversitario de Teoría de la Educación (SITE)*. Sitges (Barcelona). <http://wwwub.es/div5/site/documents.htm>
- VON BERTALANFFY, L. (1976): *Teoría General de los Sistemas*. Madrid, Fondo de Cultura Económica.
- VON FOERSTER, H. (1996): *Las semillas de la cibernética*. Gedisa, Barcelona.
- WAGENSBERG, J. (2003): *Ideas sobre la complejidad del mundo*. Barcelona, Tusquets.