



LA EDUCACIÓN EN EL CONTEXTO DE LA COMPLEJIDAD: LA TEORÍA DEL CAOS COMO PARADIGMA EDUCATIVO

ANTONIO J. COLOM CAÑELLAS (*)

RESUMEN. La metodología de corte analítico-experimental ha fracasado a la hora de construir una teoría de la ciencia social. Aquí, y en referencia a la educación, se analizan los enfoques de complejidad, y en concreto, se aportan los fundamentos de la Teoría del Caos para así lograr una nueva narratividad pedagógica más acorde con la realidad socio-educativa que es, fundamentalmente, innovadora, dinámica y compleja. Además, se reconoce que la Teoría del Caos puede cohesionar la teoría y la práctica educativas basándose en diseños pedagógicos complejos (nuevos enfoques administrativo-educativos, el hipertexto...), demostrándonos que la razón pedagógica descansa en la razón compleja.

ABSTRACT. The analytical-experimental method has failed in its attempt to build a theory of social sciences. Here, with reference to education, complex approaches are analysed and, specifically, the foundations of chaos theory are brought to the fore in order to attain a new educational discourse that is better suited to the social and educational reality—it is essentially innovative, dynamic and complex. It is also acknowledged that Chaos Theory can provide cohesion to educational theory and practice based on complex educational designs (new administrative and educational approaches, hypertext...), proving that educational reason lies on complex reason.

LA EPISTEMOLOGÍA TRAS LA MODERNIDAD

La nueva alternativa a la modernidad descansa fundamentalmente en las consecuencias socio-culturales de las actuales tecnologías (M. Castells, 1999; J. Echeverría, 1999) y en cierta tradición filosófica (siempre se

ha reconocido a Nietzsche como el gran valedor de la filosofía tras la modernidad), que ha sido convenientemente actualizada por Lyotard (1984), Vattimo (1986, 1990), Finkielkraut (1987), Lipovetsky (1990), D. Lyon (1996), etc. y de la que, en parte, dimos cuenta en anterior ocasión (A. J. Colom; J. C. Melich, 2001)¹. Ahora queremos

(*) Universidad de las Islas Baleares.

(1) Ampliando las referencias del texto es muy interesante la visión y la versión que del siglo XX, como siglo postmoderno, nos aporta el Dr. Octavi FULLAT a través de su última obra: *El siglo postmoderno (1900-2001)*. Barcelona, Crítica, 2002, en donde indaga la relativización axiológica en múltiples filósofos, Kierkegaard, Camus, Merleau-Ponty, Marcel, Nietzsche, Heidegger... para concluir con el estructuralismo y el deconstruccionis-

centrarnos en el campo de la epistemología a fin de saber si la teoría del conocimiento también ha sufrido, tras la modernidad, algún cambio; es decir, si se reconocen nuevas formas de abordar la narración acerca de la realidad.

Si tras la modernidad, no existe lo absoluto, bien puede decirse que también la ciencia ha perdido valor, es decir, las verdades científicas se verán ahora sumamente relativizadas; además, la naturaleza —que secularmente ha sido el objeto de aplicación de la ciencia— acepta también otras explicaciones —mítica, artística, funcional— cuya validez puede ser idéntica o pareja a la explicación matemática. Y es que, tras la modernidad, ciencia y mito no están en oposición. Todo sirve si se acopla a los intereses del hombre, por lo que la narración científica deja de ser, como diría Lyotard, el magno relato abarcador de la verdad moderna. La ciencia cae también dentro de las pantanosas aguas del relativismo, en donde, sólo el hombre es el referente de la verdad, que es su verdad; la ciencia pues se nos presenta como un ejemplo más de la negación de cualquier trascendencia y de lo absoluto. La ciencia sólo se puede referir al sistema porque el sistema es (lo que permite) la realidad.

Por tanto, en el plano de la epistemología, la Teoría General de Sistemas, así como las epistemologías de la complejidad que han surgido de ella, toman tras la modernidad, carta de naturaleza a la hora de analizar el saber y el estatuto del mismo². Cabe recordar, en todo caso, que la concepción sistémica actual se asienta en la teoría de la complejidad, cuyas aportaciones más interesantes han sido sin duda las siguientes (que aquí resumimos de forma absolutamente extremada):

- Según E. Morín (1981, 1983): la complejidad estriba en aprehender la dialéctica o bucles, no de conexión sino de transformación, que se dan entre el orden y el desorden, entre lo unitario y lo múltiple, lo uno y lo complejo, lo singular y lo general, etc., y que deben ser protagonizados por el investigador, que no debe traicionar, con su forma de encarar los problemas, la complejidad de los mismos.
- Según J. de Rosnay (1996): la complejidad estaría en la necesidad de la síntesis del análisis (elementos del sistema) y de la síntesis (relaciones entre los elementos).
- Según D. Bhom (1987, 1992): el orden de la complejidad es el orden implicado, es decir, que al igual que en Morín, el investigador debe implicarse en el orden que pretende estudiar. Por otra parte, su complejidad es holográfica, a saber, las partes se dan en el todo y el todo se encuentra en cada una de las partes.

De hecho, el enfoque sistémico actual, denominado también cibernética de segundo orden o de la complejidad, presupone una opción alternativa a la epistemología más propia de la modernidad, asentada, como sabemos, en el estudio experimental de la realidad. Es decir, estamos una vez más, ante la oposición entre el sistema y el mundo de la vida, o si se quiere, ante la dialéctica protagonizada por N. Luhmann (1985, 1990) y J. Habermas (1990).

- El mundo de la vida es un modelo de explicación científica que se asienta en el estudio de la realidad desde la perspectiva analítico-experimental y

mo, en un intento de poner en evidencia en el pensamiento occidental la gestación de la postmodernidad antes de su surgimiento como tal corriente.

(2) No es el momento de plantear tales cuestiones —referidas a la *Teoría General de Sistemas*— ya que me he dedicado a ella con cierta insistencia (A. J. Colom, 1979, 1982; J. L. Castillejo; A. J. Colom, 1987).

en el ámbito de las teorías sociológicas, en el escenario de las relaciones interpersonales entre los sujetos.

- La concepción sistémica —la sociedad como sistema— analiza la sociedad en tanto que estructura, o si se quiere, como un constructo teórico, ya que considera que no se puede estudiar directamente la realidad humana, o sea, el mundo de la vida; sólo es posible aproximarnos al conocimiento de la realidad a través de una construcción del pensamiento —el sistema— ya que la complejidad de las relaciones sociales imposibilita una aproximación seria y real a las mismas.

Siguiendo a Colom y Melich (2001), un resumen de las características de las dos dimensiones consideradas vendría dado a través de las siguientes notas:

- El sistema pone énfasis en la cohesión estructural de la realidad, mientras que el paradigma del mundo de la vida introduce énfasis en la actividad intersubjetiva.
- El sistema busca vínculos abstractos y regulaciones formales, mientras que en el mundo de la vida se subraya el espíritu comunitario y el acervo cultural como elementos de referencia explicativa.
- El sistema entiende la sociedad en equilibrio siendo su finalidad su propia mismidad, en cambio el mundo de la vida ve la sociedad como humanidad.
- El enfoque sistémico acepta el cientificismo en las ciencias humanas, pues el sistema excluye los valores y el mundo subjetivo; en cambio en el modelo del mundo de la vida se da

la propensión hacia el historicismo, a la vocación práctica y moral, y en consecuencia al subjetivismo.

- Por fin, decir que el mundo de los sistemas posee una clara vocación de ruptura con el pasado; la modernidad, en cambio, el mundo de la vida se tiene no sólo conciencia del pasado sino que busca su desarrollo en nuestro tiempo.

El mundo de la vida defendería pues la tradición ilustrada de la modernidad en la que el hombre aún puede hacerse; más aún, cree, en consecuencia, en el hombre, y en definitiva, en el humanismo. El hombre se relaciona, convive, interactúa, existe, se mueve por valores. En cambio, para la concepción sistémica y para N. Luhmann, la modernidad ha muerto definitivamente y con ella el hombre, los valores y el humanismo.

La ciencia debe vivir al margen de la moral, sin dependencia con las creencias o los posicionamientos axiológicos. Lo que se requiere pues para explicar la realidad no son los hombres ni las categorías humanísticas sino una teoría, —la ambición de la teoría de la que habla N. Luhmann—. Son los conceptos los que explican el mundo, son las teorías las que le dan existencia y tangibilidad; sólo es real lo que puede explicarse, y en este caso, lo único que realmente existe es la teoría, o sea, la propia explicación. Por tanto, llegamos a la conclusión y también a la paradoja de que no es la presencia del hombre, ni los fenómenos humanos, lo que explican la realidad social, sino el constructo sistémico. Aquí se encuentra pues, el gran ataque a la modernidad y al humanismo ya que incluso es posible explicar la sociedad —y en consecuencia la educación— sin referirnos al hombre³.

(3) En ello estriba la gran diferencia, por ejemplo, con Habermas, que sigue refiriendo la sociedad al mundo de la vida, a la relación humanística, cara a cara, a la comunicación; en definitiva, sigue dando entidad al

El hombre no puede explicar la realidad, sólo el sistema. Si concebimos una sociedad con hombres su estudio científico es imposible pues el hombre conlleva valores, moralidad, subjetividad, y todo ello, como se comprende, se escapa del estudio objetivo de la ciencia; en cambio, si intuimos la sociedad como un sistema si que podemos aproximarnos al conocimiento de sus fenómenos. Bunge (1979, 1981), que asimismo fundamenta su epistemología en el constructo sistémico, nos lo resumiría diciendo que la ciencia se refiere a objetos materiales, tangibles, que ocupan un lugar en la realidad; es decir, la ciencia, sin más, se refiere a sistemas de objetos que, a su vez, se conforman como objetos de los sistemas.

OTROS FUNDAMENTOS DE LA TEORÍA

La teoría es en definitiva la sistemática que el hombre propicia para narrar la realidad. Narración que en el caso de la ciencia físico-natural se ha planteado desde la analítica experimental, lo que ha hecho que las

ciencias sociales se tuviesen que adscribir a otro tipo de narrativa (no científica), aceptando por último la necesidad subjetiva en su planteamiento cognoscitivo. Ahora bien, esta situación obedece a una serie de presupuestos que debemos ahora clarificar.

Si la teoría (científica) es el lugar desde donde opera la racionalidad, no cabe duda que, de una forma u otra, la racionalidad impone un orden, un modo pensante, del cual, el método científico, y en definitiva la ciencia, no es más que una de las causalidades de la propia racionalidad. Es decir, que podemos llegar a la conclusión de que el orden es el lugar desde el que ha operado la racionalidad en la modernidad, y por eso la ciencia ha entendido siempre la verdad en razón inversa a la incertidumbre. El orden, es en consecuencia, fruto de la certeza y viceversa. Ciencia y orden han sido dos caras de la misma moneda. La ciencia nos propiciaba un mundo ordenado –racionalidad– y el mundo ordenado lo era gracias a la actividad que la ciencia generaba⁴.

En cambio, tras la modernidad, en la cultura social emanada de las nuevas

sujeto; en cambio, para Luhmann, no existe el sujeto humano, sólo existe el sistema. Por tanto, no hay realidad ontológica, no hay valores, lo absoluto ha desaparecido. El valor sólo se puede explicar como una irracionalidad, pero no forma parte del sistema social, ya que éstos, los sistemas, son siempre sistemas de comunicación, por tanto dinámicos, cambiables y mutables. En consecuencia, la permanencia de lo moral o de lo axiológico no se conforma como parte del sistema ni tiene cabida en él. Una aplicación de tales teorías al mundo de la educación se puede encontrar en A. J. Colom y J. C. Melich: «La educación sin hombres. A propósito de Niklas Luhmann», en *Enrahonar*, 21 (1993), pp. 77-84. Barcelona.

(4) El caso de la educación es en este sentido paradigmático; el filosofismo de la pedagogía, o tradición asentada, por una parte, en el intelectualismo herbartiano, y por otra, en el neokantianismo de la escuela de Marburgo, sufrió dos duros ataques; en primer lugar, por parte del experimentalismo que, a finales del siglo XIX y principios del XX, iba conquistando metodológicamente las ciencias humano-sociales; y en segundo lugar, por la especialización que le aportan las diversas ciencias de la educación que, no se olvide, se presentan ante la Pedagogía como teorías específicas acerca de la educación formulada desde sus propios ámbitos de procedencia. Es decir, se impone en los estudios pedagógicos un modelo de racionalidad, de implantación del concepto de orden de la modernidad –o anulación de la incertidumbre– de manos del modelo analítico de la ciencia, análisis que encontramos en la propia esencia del método experimental y en la disgregación que sufre el cuerpo único de conocimiento que representaba la pedagogía en aras de la diversidad y pluralidad, asimismo analítica, que viene propiciada por las diversas ciencias de la educación. En efecto, el acto educativo, tiene ahora posibilidades de ser analizado desde la psicología, la sociología, la filosofía, la antropología, la biología, la economía, etc. de la educación. Es decir, las ciencias de la educación se convierten en las células del organismo pedagógico.

tecnologías, la certidumbre ha perdido valor por el mero hecho de que ya no hay certidumbres –por tanto el orden tampoco interesa– pues es una entelequia que, como tal, no tiene razón de ser en el nuevo contexto cultural. Además, hay otras cuestiones que interesan más que el retorno al absoluto, y es el retorno al yo, a la propia mismidad, ya que de hecho no existe nada más. Cada uno es referente de sí mismo –el antihumanismo contemporáneo del cual tanto habla Lipovetsky (1990)– por lo que, más que la verdad, interesa la necesidad, es decir, la lógica de la razón ha dejado paso a la lógica de la necesidad, que es lo mismo que decir, la satisfacción de la propia necesidad. O sea, el deseo (J. Atali, 1998).

Si la verdad externa, objetiva, ya no es necesaria porque el hombre depende, al no existir los absolutos, de sí mismo, podemos pensar que tras la modernidad está desapareciendo el pensamiento fundacional. En este sentido, la teoría de sistemas y con ella las teorías de la complejidad, aportan un primer intento para superar la posición analítica y ordenada de la ciencia con un enfoque y un discurso en el que la racionalidad no se encuentra ya en la objetividad, o externalidad, que es el punto de vista del investigador al fundar –crear– y fundamentar el conocimiento sino en la consideración subjetiva de la complejidad intrínseca del universo (educativo). Por tanto, estos enfoques legalizan el saber –y también el saber pedagógico– en posturas epistemológicas antagónicas a las propias de la modernidad; el saber fundacional, se torna en opcional, incluso en su constitución inicial.

Es decir, que tras la modernidad, se va evidenciando una crisis de interpretación, o si se quiere, se cambian las narraciones e incluso las gramáticas que las sustentan. Esta crisis de interpretación se nos presenta mucho más aguda en el seno de las ciencias sociales ya que pretenden explicar y dar razón de los cambios sociales producidos por la explosión de las tecnologías –primero de masas y ahora de la información– que han hecho de la sociedad un lugar fenomenológico absolutamente diferente, mediante metodologías del siglo XIX: el experimentalismo; crisis de interpretación, que se evidencia exageradamente a la hora de explicar la innovación, el movimiento y la complejidad, exactamente las cualidades de la sociedad de la que pretenden dar cuenta, si bien lo hacen desde la narratividad establecida por el orden entendido como certidumbre.

Indudablemente en una realidad social contingente, en donde el cambio, la innovación, la evolución constante, forma parte integrante de su propia mismidad, se nos aparenta, al menos contradictorio, que las ciencias sociales pretendan, desde la atalaya que les propició el análisis experimental del siglo XIX, seguir dando cuenta de los cambios habidos y de la comprensión de una sociedad fundamentada en la innovación y en el cambio mismo⁵. Se llega pues a la paradoja de intentar explicar la contingencia, la innovación, desde el orden, cuando se sabe que lo cambiante, lo contingente, exactamente, lo que produce, es incertidumbre, es decir la categoría contraria al orden, que, sin embargo y a pesar de todo, sigue siendo el fundamento básico de la narratividad de las

(5) Ante tal situación, la ciencia se encierra en sus seguridades, en las fortalezas que le aporta la contrastabilidad experimental, despreciando o marginando lo que no se ajusta a sus cánones. No nos extrañe entonces que se huya de cualquier intento de comprensión de lo cambiante, de la innovación, o de otras categorías que forman parte consolidada de la realidad social de nuestros días, como pueda ser el dinamismo, el movimiento, o la misma complejidad, tan fáciles de intuir, todas ellas, en las instituciones, en la globalidad de la economía, en la interacción social que los movimientos sociales han propiciado, o en los cambios increíbles que la sociedad sufre en su configuración a partir de las nuevas tecnologías, que incluso diseñan nuevas formas de cotidianidad.

actuales ciencias humano-sociales. Es decir, por estos mismos motivos, aún hoy en día, en las ciencias humano-sociales:

- No se especifica la innovación porque produce inestabilidad.
- No se especifica el movimiento porque es portador de la incertidumbre, es, en definitiva, el anti-orden, por lo que G. Balandier (1996, p. 231) nos dice que «trastoca a las ciencias humanas porque desplaza las fronteras que delimitan sus territorios de especialización». Desordena el orden constituido que les sirve de definición y de seguridad.
- Se niega la complejidad porque es indefinida, al no poderse abordar con los criterios analíticos propios de la racionalidad moderna.

De hecho, la innovación, el movimiento y la complejidad, son los grandes enemigos científicos para las ciencias humano-sociales; ante tales cuestiones la metodología de carácter analítico ha fracasado aunque, curiosamente, no se ha dado la culpa a las limitaciones de la metodología sino a la identidad científica de este tipo de conocimiento procurada por los tres fenómenos mencionados. La inestabilidad, la incertidumbre y la indefinición, se conforman pues como los retos explicativos a los que se debe enfrentar el conocimiento social, puesto que lo social es a su vez incierto y contingente, por tanto inestable, y en el plano de la ciencia, al menos en el plano de la narración clásica, indefinible.

Abordar, pues, el conocimiento social, y también el educativo, significa hoy en día, dar cuenta de la innovación, del movimiento y de la complejidad, aunque, por lo general, la posición de la *intelectualidad* educativa es totalmente contraria a tales postulados; se estudian las cuestiones, se analizan los fenómenos, se postulan verdades, desde la racionalidad especulativa,

atendiendo por lo general a otros autores y corrientes de la modernidad clásica, o desde la fortaleza de la experimentación, generalizando y proyectando conclusiones y resultados, sin tener en cuenta las diferencias, los flujos o corrientes de cambio social que concurren entre nosotros de forma permanente; por otra parte, se esquematizan situaciones, se propician explicaciones y planteamientos como si el mundo educativo fuese una estructura simple, definible, ordenada y lineal donde unos mismos efectos producen unas mismas causas.

Por ejemplo, cuando se pretende estudiar el fracaso escolar, así como otras muchas situaciones educativas esquivas, se concibe, por lo general, como una anomalía del cliente, es decir del alumno, o de los padres —del ambiente familiar o social, en suma— pero muy pocas veces se involucra al proceso educativo, a la educación misma, como mediadora del fracaso. Simplemente porque así, la linealidad de la teoría escolar, carecería de sentido: si el educar educa, si la escuela enseña, el fracaso debe ser siempre entendido como una excepción de origen externo. En todo caso, la otra posición ante un problema teórico de este tipo, es separar el problema de la teoría general y crear una subteoría descontextualizada —un nuevo caso de análisis—, para explicar el fracaso o cualquier otra cuestión que rompa la lógica educativa de la modernidad, que como vemos, sigue, desde el orden y la certidumbre, vaticinando verdades y presupuestos. Es, por ejemplo, lo que se ha hecho con la problemática del multiculturalismo escolar, que en vez de integrarse en la teoría educativa, se margina de la misma creándose artificialmente una nueva ciencia de la educación, es decir, reproduciendo la analítica metodológica de la modernidad.

Estamos creando una pedagogía que entiende la realidad educativa desde supuestos pre-pensados, y que no son, ni por asomo, supuestos actuales, que tengan que ver con la realidad social y educativa de hoy. ¿Qué dice, por ejemplo,

la teoría pedagógica de la violencia escolar? En buena lid, nada, porque este fenómeno rompe su discurso, su linealidad, las certidumbres establecidas. Al igual que el fracaso, la violencia es una cuestión externa a la teoría, porque es una cuestión externa a lo educativo. Por lo tanto, se la trata como una anomia social, que diría Merton, fuera de los planteamientos teórico-educativos, de tal manera que se descontextualiza, creándose un campo específico de trabajo e investigación —quizás con el tiempo dará lugar a una nueva ciencia de la educación— cumplimentando una vez más la ceremonia de la división y el análisis.

Hoy de la educación se precisa, fundamentalmente, capacidad para enfrentarse a realidades complejas, relacionadas incluso por redes de sistemas, por un reticulado complejo y dinámico, que forma la sociedad actual que, no se olvide, es la sociedad de la globalización, de la mundialización y de las nuevas tecnologías. Estamos convencidos que se necesitan formas nuevas de pensar la educación en un mundo asimismo nuevo, que nada tiene que ver con el de la modernidad.

Lo social, lo educativo, es complejo, incluso diríamos, con todo lo que ello significa en el plano epistemológico, que es inabarcable —recuérdese que Luhmann ya criticó a Habermas la posibilidad de estudiar el mundo de la vida— y J. de Rosnay incide en ello una vez más cuando afirma:

Nuestro razonamiento frente a la complejidad sigue siendo analítico y nuestra imagen del mundo disciplinaria... seguimos extrapolando de forma lineal los datos del pasado, cuando los desarrollos que estamos viendo no son lineales, son exponenciales, en constante aceleración (1996, p. 25).

Es decir, nos enfrentamos a los sistemas complejos con herramientas intelectuales y heurísticas de otros tiempos, bajo una mentalidad evolutivo-lineal, que contempla un mundo homogéneo, estable,

en el que las mismas causas producen, más o menos, los mismos efectos; no se llega a la comprensión del todo sino que incluso se pierden aspectos específicos y, sobre todo, la calidad de las propiedades del objeto que se estudia. Ya sabemos, que en contrarréplica, los estudios sistémico-complejos han sido a su vez criticados al no permitir la comprobación de hipótesis —carecer de la posibilidad de la contrastabilidad— aunque lo que no llegamos a tener claro es si este déficit es realmente una desventaja.

En primer lugar, porque está fuera de orden criticar la falta de un requisito en un contexto diferente, que por ser diferente, no tiene por que tener los mismos requisitos, ya que si no fuese así, las metodologías acerca de la complejidad y las propias del método científico-experimental serían una misma cosa; por otra parte, y por lo que vamos viendo, plantear el estudio de la realidad social desde la perspectiva analítica sólo sería una postura, un punto de observación, que toma el investigador, pero nos cuesta mucho pensar que sea una cualidad del objeto que se investiga.

Hoy conocer es reconocer la complejidad de las cosas, por lo que cuando mayor es el conocimiento de la complejidad, más alto es el nivel de desorden y de incertidumbre. La epistemología propia de las ciencias humanas y sociales, y por tanto el discurso acerca de la educación, tras la modernidad, debe conjugar complejidad y desorden, es decir debe prescindir ya de la simplicidad (la paranoia analítica de la modernidad) y del orden como portador de certezas, que siguen siendo cualidades propias de la ciencia del siglo XIX.

Ahora bien, lo curioso del caso es que la complejidad nace de interacciones muy sencillas y simples, y el desorden, de la incertidumbre funcional de tales interacciones (G. Nicolis; I. Prigogine, 1997), de tal manera que a mayor complejidad se acrecientan los niveles de incertidumbre. Pues bien, cuando esta complejidad alcanza

parámetros que no permiten su control funcional, y por tanto, es imposible conocer ya sus variables y componentes, se dice que estamos ante una situación caótica o desordenada, de tal manera que podríamos decir junto a H. Cohn (1995) que el caos es o surge ante una situación compleja incontrolada (H. Cohn, 1995).

Pues bien, el caos, de alguna forma, como sinónimo de lo complejo y del desorden, se nos presenta como otro nuevo fundamento de la teoría, ya que la teoría del caos se opone también a la lógica de la ciencia de la modernidad —a especialización y el orden— puesto que profundiza aún más en la forma de pensar sistémica al presentarse a modo de *epistemología compartida*, al no diferenciar las ciencias naturales de las sociales. Además, la Teoría del Caos —o de las situaciones hipercomplejas— se opone a los supuestos de la razón de la modernidad, ya que hace de la complejidad, del desorden, de la entropía... sus escenarios de fundamentación.

El contexto natural de ubicación de la Teoría del Caos es la complejidad —los sistemas complejos—, de tal manera que sin situaciones complejas no se daría el caos; por tanto, hablar de Teoría del Caos supone aceptar el desorden, la innovación y el movimiento como aspectos inherentes a cualquier situación caótica, por lo que la Teoría del Caos, indudablemente, se nos presenta como otro fundamento para la teoría social y, por ende, educativa; por tanto, aporta un cambio de paradigma en referencia al concepto de ciencia que en educación se viene utilizando habitualmente.

Ahora bien, en un sistema, lo caótico no son los elementos sino las relaciones. Es importante clarificar esta cuestión porque afecta directamente a la comprensibilidad de la fenomenología caótica; es en

las relaciones en donde encontramos las identidades conformadoras del caos, porque son las relaciones, fundamentalmente, los elementos generadores de complejidad. Un sistema puede ser definible en cuanto a sus elementos —por ejemplo el sistema escolar— y presentar manifestaciones caóticas debido a la inabarcable e inescrutable red de relaciones que se establecen entre los mismos. Así pues, el sistema educativo, como cualquier sistema es caótico por la complejidad relacional que manifiesta.

Otro aspecto a tener en cuenta al hablar de los elementos posibilitadores del caos, lo encontramos en las mínimas diferencias de entrada que puedan darse entre los elementos de un sistema, que al no poseer mecanismos correctores hace que estas diferencias se vayan acrecentando a niveles tales que pueden llegar a reestructurar al propio sistema (dialéctica orden desorden, propia de los sistemas caóticos).

La formulación y ubicación epistemológica de la teoría del caos es paralela a la propia del enfoque sistémico, que no se olvide, está fundamentada matemáticamente. Se trata entonces de una epistemología que podríamos definir como *epistemología contrastada*, aunque esto no significa que valide experimentalmente ningún tipo de realidad (ya que si así fuese estaríamos aún implicados en la «otra» teoría). La Teoría del Caos procura una aproximación a la comprensión de la realidad más acorde con las características de la realidad a la que se aplica (o realidad social desordenada, compleja, contingente, incierta, dinámica, cambiante...), por lo que se conformaría como la gramática de una nueva narración acerca de la realidad, fundamentalmente de la realidad compleja⁶.

(6) En todo caso, la Teoría del Caos se nos presenta como un instrumento para denunciar las limitaciones de la razón de la modernidad, por lo que ya consideraríamos suficientes, útiles y necesarios sus servicios.

Por tanto, y en relación con la clásica teoría de los sistemas, que por lo general se refería a una concepción de sistema mucho más hierática, la Teoría del Caos se distingue por estudiar:

- Sistemas dinámicos no lineales, o si se quiere, sistemas muy complejos que evolucionan en el tiempo de manera alineal; sistemas cuya conducta futura no se puede anticipar a partir de sus patrones pasados; por tanto, no se refiere a sistemas deterministas o predecibles. Es de alguna forma lo que nos proponen J. Briggs y F. D. Peat (1994, pp. 75-177) cuando nos dicen que los intentos de hacer predicciones sufren un destino caótico porque los modelos no pueden tener en cuenta la interacción total de los elementos de un sistema dinámico sensible, ya que cuando más complejo sea el sistema más alejadas están la causa y el efecto entre sí.
- Sistemas de los cuales carecemos de información, ya que son exactamente los «agujeros de información» los que nos impiden la predicción y el control. En este sentido la «información faltante» se refiere a las condiciones iniciales en que se encuentra el sistema.
- Sistemas de inestabilidad perenne ya que no poseen mecanismos de retroacción o de control adaptativo. Al contrario, sus retroacciones son positivas, es decir que en vez de restar o regular las diferencias entre sus elementos, o respecto a su comportamiento, actúan de forma totalmente opuesta distorsionando al sistema y aumentando las diferencias en relación con la conducta esperada del mismo. Tanto es así que antes, se decía, que los sistemas sin retroacción negativa y exclusivamente dotados de retroacciones

positivas, acababan destruyéndose; hoy, a la luz de la Teoría del Caos, decimos que este tipo de sistemas evolucionan permanente e irregularmente bajo la dialéctica orden-desorden.

- Sistemas muy sensibles a los cambios, pues, tal como hemos mencionado, no sólo las diferencias de sus condiciones iniciales pueden propiciar conductas caóticas sino también la más mínima discontinuidad –o bifurcación (R. Thom, 1993, p. 79)– en su proceso o evolución. O sea, que la aparición de comportamientos turbulentos o no periódicos, aumenta el posibilismo del caos, (G. Nicolis; I. Prigogine, 1997, p. 176).

ACERCA DE LAS FORMULACIONES CAÓTICAS Y LA EDUCACIÓN

El caos se da en la naturaleza y en el hombre; la atmósfera, el ritmo cardíaco, las ondas cerebrales, el comportamiento de los electrones, los sistemas económicos, los procesos celulares, etc., son ejemplos caóticos (A. Escotado, 2000). Además, cabe entender la creatividad como el caos de la inteligencia, es decir, como la consecuencia de la no linealidad del cerebro. El caos pretende estudiar el lado irregular, desajustado y errático de la naturaleza. Una aproximación a tal teoría puede realizarse explicando sus conceptos fundamentales (A. J. Colom, 2002) que aquí seleccionamos sólo a modo de ejemplo:

- Estructuras disipativas. Los sistemas caóticos son entrópicos, es decir, disipan energía o información; desde el desorden entrópico crean orden, que a su vez, genera disipación, o sea, nueva entropía o desorden.

- Bifurcaciones o situaciones azarosas gracias a las cuales los sistemas cambian arbitrariamente. La auto-poiesis como teoría explicativa de la aparición de la vida (H. Maturana y F. Varela, 1990) sería un ejemplo de tal fenómeno, al igual que las consecuencias del aleteo de la mariposa que puede ser causante de cataclismos a miles de kilómetros de distancia.
- Atractores. El caos es irreversible e irrepetible siendo sus conductas absolutamente imprevistas. Se dice que es debido a «atractores extraños», o puntos o regiones que atraen hacia sí a los sistemas, desvirtuándolos del comportamiento previsible. Los atractores son pues los organizadores del caos. Un caso típico de tal fenómeno lo encontramos en el vuelo de los estorninos que interactúan unos con otros por simpatía conformando figuras de vuelo que cambian incesantemente como si hubiere un punto –atractor– conformador de las mismas.
- Fractales. Son estructuras similares a sí mismas, independientemente del nivel desde las que se observe y que se repiten hacia el infinito (los átomos similares al universo; una roca a una isla, cualquier cerebro en relación con el hombre...). La realidad es autosemejante; la simplicidad es compleja y la complejidad simple. ¿Puede darse una situación más caótica?

Castells (1999) afirma que lo social está establecido en lo inacabado, y se acoge a fenómenos distorsionadores y caóticos (la bolsa, la violencia, el sida, el terrorismo, las sectas...); lo social es pues contingente y discontinuo por lo que la ciencia social se aproxima a las constantes de la teoría de los sistemas caóticos que, desde el orden, generan desorden y viceversa. La educación al

ser parte de lo social debiera concitarse en tal perspectiva. Además:

- La educación integra al niño pero al mismo tiempo le da nuevas informaciones que lo reestructuran, lo cambian. O sea, lo ordena y lo desordena (típica situación caótica).
- En el punto de partida del proceso educativo los niños poseen diferencias entre sí, lo que implica afirmar que el sistema educativo cumple una de las características más determinantes de los sistemas caóticos.
- El desarrollo es imprevisible, la evolución es caótica. Unos mismos ambientes familiares, educativos... logran evoluciones diferentes.
- El punto de partida es diferente para cada educando y además se da la misma educación para sujetos diferentes (situaciones caóticas).
- Los trastornos mentales aparecen cuando las imágenes del yo se vuelven rígidas, cerradas, repetitivas, limitando las posibilidades de respuestas abiertas, por lo que el caos es mentalmente saludable.
- El currículum sirve para ordenar la enseñanza y el aprendizaje, sin embargo, una misma concepción curricular da lugar a prácticas diversas. El orden educativo da lugar al desorden, a la diferenciación. Pensemos por ejemplo en las consecuencias del currículum oculto.
- El fracaso escolar es otra consecuencia del caos educativo; en todo caso nos evidencia que el sistema educativo no es tan ordenado ni previsible como parece. Lo mismo podríamos decir de la violencia escolar o de la multiplicidad de razas y culturas que se pueden encontrar en una clase, con niños culturalizados hasta en tres alfabetos diferentes (romano, cirílico y árabe).

- Métodos y procesos educativos que en un curso dan buenos resultados, en cuestión de meses, en un nuevo período escolar, en la misma escuela y con alumnos del mismo nivel sociocultural, se nos reconvierten en estériles e inútiles (A. J. Colom, 2001a).

No es pues, la educación tan ordenada y simple como nos han hecho creer; todo lo contrario. Los procesos educativos se nos presentan complejos, interactuantes, propiciando bifurcaciones, situaciones imprevisibles (debido a los atractores) y de alguna manera alejados de la situación de orden y sistematismo con la que se nos ha ido presentando la realidad educativa.

TEORÍA DE LA COMPLEJIDAD EDUCATIVA Y PRÁCTICA EDUCATIVA DE LA COMPLEJIDAD

Hasta ahora la teoría educativa se ha caracterizado por ser «sistemática», «fundamental», «general» y, en consecuencia, siempre ha tenido en el orden y en la estructura, en los elementos y en las acciones estereotipadas su razón de ser y las bases sobre las cuales presentar un discurso coherente, cerrado, asentado por lo general en subjetivismos morales o filosóficos, propios de algunas escuelas de pensamiento que eran quienes aportaban autoridad a la teoría. En educación la teoría jamás ha dado cuenta de los «ruidos» educativos, es decir, de las cuestiones que

no se adaptan a esta estructura lógica, coherente y ordenada, de tal modo que para explicar la realidad del aula, se obvian realidades que no pueden ser atendidas o contempladas desde la perspectiva teórica creada, simplemente, porque se escapan a su lógica (caso del fracaso escolar, de la violencia, de la indisciplina, del currículum oculto, etc.)⁷.

Además, de la desfundamentación epistemológica de la educación, la Teoría del Caos nos propicia otra consecuencia de innegable interés; me refiero a que una misma base de fundamentación –la teoría caótica– puede servir para explicar la teoría y la práctica educativa, lo que supone un avance extraordinario para dotarla de un estatuto teórico adecuado a su propia idiosincracia. La educación debe pensarse y debe realizarse, no basta con adscribirse al cincuenta por ciento de tal afirmación.

Teoría y práctica educativa siguen dos caminos separados sin punto de encuentro desde los mismísimos ámbitos donde se crea o debiera crearse el conocimiento acerca de la educación. Desde su misma génesis, la teoría y la práctica se desvirtúan; así hay quien sólo contempla los posicionamientos teóricos de la educación, obviando cualquier referencia a la práctica educativa, de la misma forma que hay notables investigadores de la realidad del aula que no poseen el más mínimo interés por posicionar o pensar sus aportaciones en contextos teóricos⁸.

Un ejemplo nos confirmará la relación que encontramos a la luz de la teoría

(7) Ante tal situación la Teoría del Caos desteoriza a la educación, al mismo tiempo que paradójicamente –caóticamente– le ofrece la posibilidad de reconstruir su propio conocimiento. La Teoría del Caos crítica a la teoría pero le ofrece en paralelo la posibilidad de una nueva teoría, ahora si adaptada a las características propias de la realidad educativa; es decir, de una educación entendida desde la improbabilidad, el desorden, el azar, la complejidad y la dialéctica continuada orden-desorden.

(8) Increíble pero cierto; en educación la teoría está separada de la práctica, de tal manera que tenemos teóricos que no practican y prácticos que no teorizan. No es posible mantener por más tiempo esta desvirtuación pedagógica antinatura que sin embargo se va reiterando y reproduciendo en nuestra mismísima cotidianeidad.

caótica entre teoría y práctica de la educación. Fue en la década de los años noventa cuando en Estados Unidos encontramos las primeras aplicaciones de los principios caóticos a la educación, entendiendo, tal como venimos realizando, a la realidad educativa como una realidad que no tiene nada de sistemática, ya que no ha evidenciado fundamentaciones inamovibles, que ha carecido de leyes y de contrastación, que no sirve para la generalidad de los alumnos, que los casos específicos o excepcionales afectan a la mayoría de los alumnos de una clase, que rompe la lógica evolutiva de los mismos y que descubre problemas e inestabilidades en situaciones aparentemente estables.

Es pues en este contexto, y para el caso concreto de la violencia escolar, donde ha surgido con inusitado interés el intento de solucionar problemas caóticos de la educación aplicando esquemas y principios de la Teoría del Caos. Acaso haya sido el tema de la organización y de la administración educativa, la cuestión que más interés bibliográfico ha despertado en relación con la Teoría del Caos ya que incluso se han extraído esquemas de aplicación práctica a fin de solucionar problemas escolares en centros suburbanos de rápido crecimiento de conflictos (D. Griffiths y col. 1991, pp. 441-ss). Es decir, la Teoría del Caos puede llegarse a *pedagogizar* de tal manera que, incluso puede servir de fuente de extracción de productos tecnológico-educativos (A. J. Colom, 2001b).

En este sentido cabe afirmar que independientemente de la configuración narrativa a la que se acoja el conocimiento acerca de la educación, ésta, por su vocación practicista, sólo tiene sentido si los principios teóricos que la informan sirven para definir cursos de acción, o sea, normatividad para la práctica. Pues bien, bajo el manto protector de la Teoría del Caos ya se han configurado principios rectores para su aplicación en la mejora de la práctica educativa. Así, D. Griffiths y col.

(1991) consideran que la situación inicial de conflicto o de desajuste que pueda tener una administración educativa es determinante en las bifurcaciones azarosas o caóticas que se produzcan en el futuro, por lo que consideran que toda administración debe ser estudiada bajo esquemas caóticos y no funcionales.

Cabe decir que la administración funcionalista —la que más o menos es aplicada entre nosotros, en nuestras escuelas— es reconocida por H. Gunter (1995) como administración jurásica, en el sentido de inamovible e inflexible debido a su burocratización —ordenación— que impide respuestas adecuadas en los momentos oportunos pues al asentarse en funciones determinadas y estereotipadas es incapaz de reaccionar ante situaciones inesperadas o conflictivas.

H. Gunter, parte de la idea de que una organización caótica es más eficaz en ambientes turbulentos —el gran interés en Estados Unidos por la Teoría del Caos en la administración educativa se encuentra en relación directa al aumento de conflictos y de violencia en los centros escolares— pues aporta la misma característica del ambiente, es decir, ser una organización irracional, que es la única que posee capacidad de respuesta al mundo de hoy (J. D. Dale, 1997, p. 21); o si se quiere, a las estructuras disipativas, ya que los fallos organizativos actuales provienen de la incapacidad de responder a las condiciones del medio.

Si desarrollamos nuestra función en medios sociales conflictivos, una estructura organizativo-escolar de carácter funcionalista, sistemática y ordenada, se convierte de por sí en una realidad diferente a la propia de la cultura del medio y, en consecuencia, se reconvierte en un ambiente que se denota ante los sujetos de aquel medio social. Se concibe pues la necesidad de ajustar la escuela a las circunstancias en las que está inmersa y hacer del conflicto externo un modelo de solución a los conflictos que en ella se puedan generar.

Para ello se considera necesario incluir cambios en la gestión en el sentido mencionado, y por tanto, integrar las turbulencias, lo no esperado, los propios conflictos, como elementos normales en la organización escolar, a fin de patrocinar un modelo flexible, espontáneo, que el propio H. Gunter denomina *day-to-day* (p. 15).

Este modelo caótico de organización se basa en la autogestión, en la innovación y en la apelación a la creatividad para solucionar los conflictos, de tal manera que llega a ser un modelo emancipatorio de organización (H. Gunter, 1995, p. 17). De todas formas requiere un líder que incluya la cultura del consenso y dinamice el cambio en el centro; se trata de lograr una organización para el cambio, para el día a día, tanto en comportamientos personales como en acciones organizadas, teniendo en cuenta a los individuos y a sus expectativas. En cambio, otros autores sugieren un balance organizativo intermedio entre la organización caótica y el orden (J. D. Dale, 1997). De todas formas de lo que no hay duda es que los administradores educativos americanos están realmente fascinados por la Teoría del Caos, (R. Jones, 1994, p. 21), lo que se evidencia en la múltiple bibliografía que sobre la cuestión se ha ido generando en los últimos años (D. Hargreaves, 1995).

Por otra parte, estos sistemas de organización escolar caótica se conjugan con acciones individualizadas –más concretamente de orientación y consejo– asentadas también en la aceptación de los valores caóticos de los adolescentes como eje o fundamento para la reconsideración de posturas e incluso de involución en la propia axiología juvenil (J. Lasonen, 1997).

La educación debe pensarse y hacerse, y es conveniente que entre acción y pensamiento se den altos niveles de coherencia; pues bien, la Teoría del Caos, como vemos, incide directamente sobre tal cuestión ya que nos ofrece una plataforma teórica y una práctica educativa cuyo objetivo, como el de toda práctica educativa que se precie, se centra en la construcción del conocimiento en el alumno. Es decir, la Teoría del Caos nos posibilita la construcción del conocimiento educativo de la misma forma que logra la construcción del conocimiento en el niño.

De esta forma tendríamos asentada una teoría educativa –construcción del conocimiento educativo– asentada en bases caóticas, que al mismo tiempo poseería estas mismas bases para construir el conocimiento del alumno. Creo que la Teoría del Caos, y de acuerdo con lo mencionado, nos ofrece una coherencia entre teoría y práctica educativa, evidenciando nexos y puntos de unión, es decir, desarrollando paralelamente la forma de construir el conocimiento en el campo de la ciencia y la forma de construirlo en el niño⁹.

La construcción del conocimiento y la realización de la práctica educativa deben obedecer a un mismo planteamiento, es decir, deben asentarse en unas mismas bases a fin de lograr el ensamblaje entre teoría y práctica educativa. En nuestro caso particular todo ello se retraduciría diciendo que un enfoque caótico del conocimiento educativo requiere y debe exigir una práctica «caótica» –es decir, compleja– de la educación, y por el contrario una práctica compleja –caótica– de la educación debe corresponderse con un constructo caótico de la teoría educativa, de tal

(9) Una construcción caótica del conocimiento en el niño nos lo ofrece Internet y sus posibilidades hipertextuales, en donde el caos de la información –complejidad y variedad de la misma– debe ser seleccionada y organizada por el propio usuario, de tal forma que del desorden se genera el orden, al igual que ocurre en los sistemas caóticos. Además, no hay duda que estamos ante un verdadero ejemplo de aprendizaje constructivista y significativo. Véase, por ejemplo: R. Rueda (1997), A. Balcytiene (1999), T. Rodríguez Neira (2000) y M. B. Mena (2000).

manera que pensamiento y acción, teoría y práctica, sean consecuencias una de la otra. El conocimiento se extrae de la práctica y la práctica es fuente de conocimiento.

Creemos que este debe ser el único postulado epistemológico en el que se debe asentar el conocimiento acerca de la educación, y creemos que la Teoría del Caos nos lo posibilita acaso porque, por primera vez, nos descubre verazmente la realidad de la educación, una realidad que no nos viene dada como nos han explicado hasta ahora los libros, los profesores y los manuales; una realidad que no tiene nada de sistemática, que no evidencia fundamentaciones inamovibles, que carece de leyes y de contrastación, que no sirve para la generalidad de los alumnos, que los casos específicos resulta que engloban a todos los alumnos de una clase, que se rompe la lógica evolutiva de los alumnos, que surgen problemas e inestabilidades de situaciones aparentemente estables. De hecho era muy difícil, para no decir imposible, poseer una adecuada teoría educativa, porque no teníamos una radiografía cierta de lo que era la realidad educativa.

La Teoría del Caos, creo que cumple con esta misión, la de mostrarnos tal cual es la realidad de la educación: fenómeno irreversible en lo temporal, de alta complejidad, en absoluto lineal, con diferencias significativas en su punto de partida (la diversidad genética y social, biológica y psicológica, cultural y de clase, que ya se da entre los niños de las escuelas infantiles), impredecible, de alta contingencia, continuamente estructurante y por estructurar, dinámico, y en definitiva, caótico. Es lógico que viendo, acaso por primera vez, la realidad educativa tal cual es, se pueda ahora construir el conocimiento acerca de la educación de idéntica forma a como debe construir el conocimiento mediante la práctica educativa. La Teoría del Caos nos aporta el nexo de unión entre teoría y práctica, independientemente de los ámbitos de la ideología.

Además, la Teoría del Caos, al estar comprobada matemáticamente y al no ofertar diferencias entre la naturaleza y lo social, introduce un nexo de unión entre las ciencias de la naturaleza y las ciencias sociales que sin duda aporta a estas últimas mayor rigor epistemológico y mayor envergadura teórica a pesar del imposibilismo de la contrastación. En esta ocasión el empirismo comprobado sustituye a la comprobación empírica.

ALGUNAS CONCLUSIONES

Si la Teoría del Caos sirve para mejorar la teoría (D. Hunter, 1996), no hay duda que sus posicionamientos epistemológicos nos interesan, porque al menos procuran una aproximación a la comprensión de la realidad más acorde con las características de la realidad a la que se aplica (o realidad social desordenada, compleja, contingente, incierta, dinámica, cambiante, etc.), con lo que ya cumplimentaría una meritoria función; es pues suficiente que se reconvierta en un instrumento de verosimilitud, o si se quiere, la Teoría del Caos conformaría la gramática de una nueva narración acerca de la realidad, acaso la más capacitada para oponerse a la narración científica de la modernidad, por ser, como acabamos de afirmar, una teoría matemáticamente contrastada en la realidad (aunque no experimental). Por otra parte, esta nueva narración tiene su *locus* natural, su foco de emergencia, en el fenómeno sistémico siempre que por ello entendamos sistemas de alta complejidad.

De todas formas tampoco podemos olvidar que un paradigma se centra siempre en la posibilidad explicativa, por lo que cabe interrogarse si la Teoría del Caos tiene, en el campo de las ciencias sociales y de la educación, capacidad explicativa; es decir, si posee capacidad de narrar, desde otro punto de vista, la realidad con un lenguaje, además, diferente.

La verdad que, en la situación en la que nos encontramos, es decir, en el contexto de un pensamiento pedagógico absolutamente huérfano de análisis caóticos, es difícil contestar a este tipo de cuestiones. Sólo sabemos de su aplicación en la economía y, en parte, en la psicología y en la sociología, así como los intentos norteamericanos en procesos educativos complejos, tal como los realizados, fundamentalmente, en el campo de la administración escolar. No obstante, y a pesar de tan mínimo campo experiencial, o por el contrario, quizás debido al gran cúmulo de trabajos experimentales que no han logrado fortalecer una teoría, no consideramos del todo inútil intentar una explicación de la educación desde esta nueva narratividad; tras décadas de experiencias con las narraciones de la modernidad, y vistos sus logros, poco se puede arriesgar con el nuevo intento.

En definitiva, que de lo que no nos cabe duda alguna es que, la Teoría del Caos, vistos sus precedentes, y para el caso de la educación que es el que nos ocupa, al menos puede servir para denunciar las limitaciones de la razón de la modernidad, por lo que ya consideraríamos suficientes, útiles y necesarios sus servicios.

De principio, sólo diría que la Teoría del Caos es, al menos, una propuesta para abordar la complejidad de los fenómenos sociales en general, que se dan con mayor énfasis en la sociedad actual, por lo que su función sería muy parecida a la de generar modelos comprensivos de lo social y de lo educativo. Es de algún modo lo que con otras palabras nos advierte R. Thom cuando afirma que:

Si el sistema que es objeto de estudio no se conoce por completo debido a su complejidad y a lo intrincado de sus interacciones, entonces la Teoría del Caos nos pueden aportar consideraciones cualitativas que han sido contrastadas en la realidad (1993, p. 43).

Si así fuere, no serían desechables sus ayudas al campo de los estudios educativos,

al menos conseguiría lo que debe ser misión de cualquier narrativa, estar ajustada a la realidad.

Ahora bien, la Teoría del Caos, tal como hemos dicho, al presentarse ante nosotros con otra narratividad, en el fondo, lo que realiza es invalidar la narratividad de la modernidad, de ahí que, acaso su principal función, sea cambiar, deconstruir el sentido que hasta ahora se ha tenido de la teoría. La Teoría del Caos no sólo propicia otros fundamentos a la teoría sino que quizás, y por ello mismo, lo que logre sea otra concepción de la teoría.

Creo pues que se puede aportar una conclusión de cierto interés y es la necesidad evidenciada de plantear la Pedagogía en general y la Teoría de la Educación en particular desde la razón compleja. Es la gran conclusión que puede servir de nuevo punto de arranque en los estudios educativos ya que estos sólo aceptan para su explicación la razón compleja, que como tal debe fundamentarse en la crítica a la razón lineal, simple y ordenada que hasta ahora ha invadido el mundo de la educación.

BIBLIOGRAFÍA

- ATTALI, J.: *Les chemins de sagesse*. París, Fayard, 1998.
- BALANDIER, G.: *El desorden, la teoría del caos y las ciencias sociales*. Barcelona, Gedisa, 1996.
- BALCYTUENE, A.: «Exploring individual processes of knowledge construction with hypertext», en *Instructional science*, 27 (1999), pp. 303-328.
- BHOM, D.: *El paradigma holográfico*. Barcelona, Kairós, 1987.
- *La totalidad y el orden implicado*. Barcelona, Kairós, 1992.
- BRIGGS, J.; PEATS, F. D.: *Espejo y reflejo: Del caos al orden*. Barcelona, Gedisa, 1994.
- BUNGE, M.: *A world of systems*. Dordrecht-Boston-Londres, Reidel, 1979.
- *Materialismo y ciencia*. Barcelona, Ariel, 1981.
- CASTELLS, M.: *La era de la información I. La sociedad red*. Madrid, Alianza, 1999.

- CASTILLEJO, J. L.; COLOM, A. J.: *Pedagogía Sistémica*. Barcelona, Ceac, 1987.
- COHN, H.: *El cosmos, el caos y el mundo venidero*. Barcelona, Crítica, 1995.
- COLOM, A. J.: *Sociología de la educación y teoría general de sistemas*. Barcelona, Oikos-Tau, 1979.
- *Teoría y metateoría de la educación*. México, Trillas, 1982.
- «Teoría del caos y educación», en *Revista Española de Pedagogía*, 218 (2001a), pp. 5-24.
- «Un enfoque caótico de organización como estrategia de paliación de conflictos escolares», en *XX Seminario de Teoría de la Educación*, Murcia, 2001b. (Comunicación).
- *La (de)construcción del conocimiento pedagógico*. Barcelona, Paidós, 2002.
- COLOM, A. J.; MELICH, J. C.: «La educación sin hombres. A propósito de Niklas Luhmann», en *Enrahonar*, 21 (1993), pp. 77-84.
- *Después de la modernidad*. Barcelona, Paidós, 2001 (3.ª ed.).
- DALE, J. D.: «The new american school system: A learning organization», en *International Journal of Educational Reform*, 1, 6 (1997), pp. 34-39.
- ECHVERRÍA, J.: *Los seres del aire. Telépolis y el tercer entorno*. Barcelona, Debate, 1999.
- ESCOHOTADO, A.: *Caos y Orden*. Madrid, Espasa, 2000.
- FINFIELKRAUT, A.: *La derrota del pensamiento*. Barcelona, Anagrama, 1987.
- FULLAT, O.: *El siglo postmoderno (1900-2001)*. Barcelona, Crítica, 2002.
- GRIFFITHS, M. et al.: «Still another approach to administration: chaos theory», en *Educational Administration Quarterly*, 27, 3 (1991), pp. 430-451.
- GUNTER, H.: «Jurassic management chaos and management development in educational institutions», en *Journal of Educational Administration*, 33, 4 (1995), pp. 5-20.
- HABERMAS, J.: *La lógica de las ciencias sociales*. Madrid, Tecnos, 1990.
- HARGREAVES, D. H.: «Self-managing schools and development planning. Chaos or control?», en *School Organisation*, IV, 1 (1995), pp. 215-227.
- HUNTER, D.: «Chaos theory and educational administration: imaginative foil or useful framework?», en *Journal of Educational Administration and Foundations*, 11, 2 (1996), pp. 9-34.
- JONES, R.: «Chaos theory», en *The executive educator*, 16, 10 (1994), pp. 20-23.
- LASONEN, J.: «The challenges of the 21st century for vocational education and training», en *International Conference on Vocational Education and Training proceedings*, Helsinki, 1997.
- LIPOVETSKY: *La era del vacío*. Barcelona, Anagrama, 1990.
- LUHMANN, N.: *El amor como pasión*. Barcelona, Península, 1985.
- *Sociedad y sistema: La ambición de la teoría*. Barcelona, Paidós, 1990.
- LYON, D.: *Postmodernidad*. Madrid, Alianza, 1996.
- LYOTARD, J. F.: *La condición postmoderna*. Madrid, Cátedra, 1984.
- MATURANA, H.; VARELA, F.: *El árbol del conocimiento*. Madrid, Debate, 1990.
- MENA, M. B.: «Un instrumento para el desarrollo científico en educación: Internet y la comunicación multimedia», en *Aula Abierta*, 75 (2000), pp. 39-64.
- MORÍN, E.: *El Método. La naturaleza de la naturaleza*. Madrid, Cátedra, 1991.
- *El Método. La vida de la vida*. Madrid, Cátedra, 1983.
- NICOLIS, G.; PRIGONINE, Y.: *La estructura de lo complejo*. Madrid, Alianza, 1997.
- RODRÍGUEZ NEIRA, T.: «Textos e hipertextos», en *Aula Abierta*, 75 (2000), pp. 3-26.
- ROSNAY, J. DE: *El hombre simbiótico*. Madrid, Cátedra, 1996.
- RUEDA, R.: *Hipertexto: representación y aprendizaje*. Bogotá, Tecné, 1997.
- THOM, R.: *Parábolas y catástrofes*. Barcelona, Tusquets, 1993.
- VATTIMO, G.: *El fin de la modernidad*. Barcelona, Gedisa, 1986.
- *La sociedad transparente*. Barcelona, Paidós, 1990.