

Educación
FLACSO ARGENTINA
Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales
propuesta@flacso.org.ar
ISSN 1995- 7785
ARGENTINA

Propuesta
Educativa
47

2017
Dossier

**Hacia una nueva ciencia de la complejidad en el aprendizaje y la educación,
por Ton Jörg, Brent Davis y Goele Nickmans.**

Propuesta Educativa Número 47 – Año 26 – Jun. 2017 – Vol.1 – Págs. 38 a 53

Hacia una nueva ciencia de la complejidad en el aprendizaje y la educación¹

TON JÖRG*

BRENT DAVIS**

GOELE NICKMANS***

TRADUCCIÓN: IAN BARNETT Y RODRIGO

MOLINA-ZAVALÍA

Intrducción

Durante muchos años la naturaleza de la relación entre la teoría y la práctica ha sido objeto de discusión. Actualmente muchos participantes en esta discusión presionan para que la teoría conduzca y anime la práctica y que, además, ofrezca soluciones a los problemas que aparecen en la práctica cotidiana. Esto implica que la ciencia debería incorporar una teoría del cambio a fin de poder lidiar con la cantidad de problemas que se nos presentan todos los días, sin duda debido a que en la actualidad parece que nos encontramos inmersos en una realidad cada vez más complicada que evoluciona con rapidez. En este documento de toma de posición sostenemos que el campo del aprendizaje y la educación atraviesan una crisis, y que los paradigmas actuales en la ciencia de la educación no pueden resolver adecuadamente los problemas con los que nos hallamos en la práctica pedagógica. Creemos que es necesaria una profunda comprensión de la realidad pedagógica para poder hacer recomendaciones con el fin de alcanzar una transformación/mejora de esta realidad. Los paradigmas actuales en el campo de la educación se basan en el fisicalismo o en el pensamiento lineal, descuidan la complejidad inherente a la realidad educacional y, por lo tanto, son incapaces de desarrollar una comprensión a fondo de esta última. Para superar esta crisis en la educación es menester dar un primer paso: reconocer la crisis y admitir que una adecuada teoría del aprendizaje y de la educación debería tener en cuenta la complejidad de la realidad. Estamos convencidos de que se necesita desarrollar una teoría de la complejidad, un nuevo paradigma para la educación que pueda captar los complejos procesos del aprendizaje. Una característica de este marco de la complejidad es que se focaliza en los fenómenos transversales, lo que resulta en un enfoque transdisciplinario e interdiscursivo, una orientación hacia la auto-organización y la potencialidad en lugar de fines preestablecidos, y en la incorporación de una teoría del cambio. El enfoque de la complejidad comprende un replanteo en la forma de pensar los modos de preguntar, un nuevo léxico y unas prácticas evaluativas que se orientan hacia el paradigma de la complejidad.

1. Crisis en el aprendizaje y en la educación

En las últimas décadas, los comentaristas de distintos campos han expresado agudas críticas a las “prácticas educacionales”. Se critica los métodos de enseñanza por su pobre adecuación a las dinámicas de la cognición humana; se describen los currículos como descompasados respecto de los tiempos que corren y como representaciones inadecuadas de las disciplinas de los padres; se dice que las estructuras escolares han fracasado en adaptarse a las mayores diversidades de las poblaciones a las que sirven y al creciente dinamismo de sus contextos, etcétera. En suma, lo que



*Centre for Research on Teaching and Training, University of Leuven, Dekenstraat 2, 3000 Leuven, Bélgica. IVLOS, Institute of Education University of Utrecht, Países Bajos. E-mail: a.g.s.jorg@ivlos.uu.nl

** Faculty of Education, University of Calgary, Calgary, Alberta, Canada. E-mail: brent.davis@ucalgary.ca

***Centre for Research on Teaching and Training, University of Leuven, Dekenstraat 2, 3000 Leuven, Bélgica. Autor a cargo de la comunicación. Tel: +31 30 2534414. E-mail: goele.nickmans@ped.kuleuven.be

los sistemas educativos afirman que hacen y lo que en realidad están haciendo son dos cosas muy diferentes.

1.1 Educación

La situación es incluso peor debido a que las posibilidades tecnológicas están en permanente desarrollo y su elaboración se presenta a un ritmo cada vez más acelerado. La tecnología y la cultura evolucionan con tanta rapidez que los seres humanos ya no pueden predecir con seguridad las condiciones de existencia a no ser para algunos pocos años. Las transformaciones en las posibilidades humanas son tan extraordinarias y avanzan a un paso siempre creciente que el prominente futurista Kurzweil (2005) predijo que a finales de este siglo la porción no biológica de nuestra inteligencia será trillones de veces más poderosa que la inteligencia humana que no recibe ayuda externa. Defiende este pronóstico con amplias y detalladas explicaciones de las tendencias de las décadas y siglos recientes, señalando que las evoluciones tecnológicas y culturales no son lineales (acumulativas), sino un fenómeno exponencial (que se amplifica a sí mismo). Se trata de un problema inmenso para el sistema educacional que, históricamente, ha partido de la premisa de la fe en su posibilidad de anticipar qué necesitarán a partir de ahora los alumnos en unas pocas décadas más. De tal manera que, si las afirmaciones de Kurzweil pueden resonar como una hipérbola, en cuanto educadores no podemos evitar preocuparnos por la mala preparación en la que se encuentran nuestras instituciones formales ante las inimaginables posibilidades que ya se están desplegando y emergiendo a nuestro alrededor.

La idea de que la escolarización tradicional puede estar a punto de convertirse en un anacronismo (si esto no ha sucedido ya) debería impulsar a los educadores y a los investigadores en pedagogía a repensar la cuestión: *“¿para qué educar?”*. Los fundamentos que están en el origen de la escolarización, tales como la necesidad de mantener a los jóvenes fuera del mercado laboral o la necesidad de que un pueblo con instrucción general pueda encajar en una estrecha variedad de roles adultos, son cada vez menos apropiados para la realidad emergente. Ya a esta altura nos vemos forzados a reconocer que sencillamente no podemos anticipar el tipo de aptitudes que definirán, por ejemplo, a un ciudadano “alfabetizado” y con competencia básica en matemática dentro de unas pocas décadas. En efecto, ni siquiera podemos saber si las nociones contemporáneas de alfabetismo y habilidad numérica tendrán sentido dentro de veinte años.

1.2 Aprendizaje

La crisis relativa al aprendizaje se manifiesta al señalar que las maneras tradicionales de reflexionar sobre este tema complejo no han sido capaces de definir adecuadamente el aprendizaje. Según St. Julien (2005) el marco conceptual actual de la teoría del aprendizaje es lastimeramente inadecuado. Van Geert (1994) declara abiertamente que *“no queda para nada claro qué entrañan la enseñanza y el aprendizaje si se los considera a nivel de las actividades y los procesos específicos”*. Shotter (2005) afirma que *“fracasamos por entero en dar cuenta de qué implica el aprendizaje en toda su compleja dinámica”*. Lakoff (1987) expresa con mucha elocuencia la relevancia de todo esto: *“Nuestras ideas sobre qué pueden aprender las personas y qué deberían estar aprendiendo, así como sobre qué deberían estar haciendo con eso que aprenden, dependen del concepto mismo de aprendizaje que tenemos”*. Más recientemente académicos de diferentes campos de la ciencia cognitiva, de la neurociencia y de la ciencia de la educación han coincidido acerca de la necesidad de encontrar un marco conceptual nuevo, más integrado, con el fin de construir una *“nueva ciencia del aprendizaje”* (Jolles et al., 2005). Dentro de este nuevo marco, podremos repensar el concepto de aprendizaje. Entonces únicamente así podremos usar el aprendizaje de una *“forma completamente nueva”* (para usar la expresión de Shotter, 2005).

1.3 Nuestra posición

A pesar de que la crítica antes expresada puede sonar extremadamente alarmista, en este trabajo se sostiene que los problemas que enfrentamos podrían no referirse a la educación formal *per se*, sino a ciertas asunciones inscriptas en las tradiciones educacionales cuya utilidad tal vez se haya agotado. Conscientes del doble significado de las crisis en las revoluciones científicas,

que postuló Kuhn (1970), tanto en su carácter de vanguardia en el campo de la ciencia cuanto como potencial comienzo para la innovación, podemos considerar la crisis actual como una completa oportunidad de cambio: el inicio de un punto de inflexión. Solamente entonces podremos ser capaces de des-aprender las doctas incapacidades de las disciplinas aisladas (Wertsch, 1998; Van Benthem, 2002). Por último, podemos aceptar el desafío de "inventar" una nueva ciencia (p. ej., Vygotsky, 1926/1997). Lo que necesitamos es "*una revolución genuina con nuevos rostros*" (Van Benthem, 2002:78; cf. Kuhn, 1970).

2. Investigación pedagógica y crisis de la práctica educativa

En esta sección analizamos la naturaleza de la investigación en educación, y la posibilidad que tiene una ciencia nueva de mejorar las prácticas pedagógicas. Sostenemos no sólo que la práctica educativa se encuentra ante un problema sino que también el campo de la ciencia social está en crisis hace mucho tiempo. Parece hallarse en un estado que Nicolás de Cusa, siglos atrás, describió como un estado de "*docta ignorancia*" (Verene, 1993: 16), permaneciendo ciegos a lo que el aprendizaje puede ser, incapaces de reconocer su complejidad.

2.1 Paradigmas engeguecedores basados en el fisicalismo/pensamiento lineal

Muchos marcos teóricos que operan en el campo de la investigación pedagógica se adoptan y se adaptan de otros dominios de indagación, tales como la psicología, la sociología, la crítica literaria y los estudios culturales. Todas estas teorías de las ciencias sociales se caracterizan por ser "*calculables y predecibles*", nacidas en la época del Iluminismo (Mainzer, 2004; Starobinski, 2003). Esto es, las teorías se desarrollaron y se adoptaron, en gran medida, gracias al deseo de los investigadores en ciencias sociales de ser considerados más científicos, en el sentido de las ciencias físicas, y, en particular, de la física. El propio fisicalismo no es inocente como Midgley ha afirmado en su libro sobre los mitos de la ciencia conforme a los cuales vivimos: "*La noción del Iluminismo de la ciencia física desde el comienzo fue imperialista*" (Midgley, 2004: 23). Desde la visión del científico social las ciencias sociales son una mala copia de las ciencias naturales (Schnabel, 2002). En realidad, puede ser considerada como una mala copia basada en la errónea noción de las ciencias naturales mismas (Bohm, 1996; Laughlin, 2005).

En este trabajo de posición se sostiene que las ciencias sociales permanecen ciegas a lo que el aprendizaje podría ser, incapaz de reconocer su complejidad (Lakoff, 1987; Luhman y Schorr, 2000; Van Geert, 1994). Las ciencias sociales han estado en crisis por un período prolongado, en parte debido a que son cautivas de lo que Edgar Morin (2001) ha llamado el "*paradigma engeguecedor*", y en parte debido a que son las víctimas de lo que Elkana (2000) ha llamado "*fundamentalismo iluminista*"² (i.e., un fundamentalismo con características positivistas, objetivistas, deterministas, individualistas, dualistas y reduccionistas). Es precisamente por estas mismas características de la "ciencia normal" que las ciencias sociales han desarrollado la docta incapacidad de reflexionar sobre la crisis. Por eso, para escapar a la crisis misma, con sus viejas ideas y hábitos de pensamiento anticuados, necesitamos ir más allá del fundamentalismo común.

2.2 El papel de la teoría para la práctica

Es común que las teorías tradicionales sobre educación no sean muy aptas para dar respuestas a las preocupaciones particulares y pragmáticas de los educadores. La mayoría de las teorías tiende a interesarse en la descripción, poniendo el foco mucho más en la caracterización de los fenómenos específicos que en el modo en que debería procederse respecto de estos. Nos referiremos a un ejemplo extraído de la educación formal en matemáticas en Norte América: el uso de principios conductistas para redefinir las prácticas pedagógicas y los currículos en la década del 1950; el desplazamiento hacia un currículo estructuralista y pedagogías formalistas a finales de la década del 1960; transformaciones similares impulsadas por las epistemologías constructivistas en las décadas de 1980 y 1990; el movimiento de la pedagogía de la liberación orientada por la teoría crítica y los estudios culturales que en la actualidad influye en qué aprenden los estudiantes y qué se espera que los profesores enseñen. Un problema que surge virtualmente en todos estos

marcos orientadores es que no pueden ser interpretados con propiedad como *teorías de la educación*, al menos en tanto en cuanto la enseñanza es entendida en términos de un proyecto para apartar a los estudiantes de ciertas actividades o actitudes y conducirlos hacia otras. Antes bien, estos marcos se orientan más a incrementar la comprensión de las dinámicas en juego en varios niveles de organización. Si bien son útiles, esos discernimientos descriptivos no alcanzan a incidir en las responsabilidades prácticas de los educadores.

2.3 Falta de reflexión acerca de la compleja realidad del aprendizaje

Existen más de cincuenta teorías del aprendizaje en el campo de la investigación pedagógica (por ejemplo, Atherton, 2005). La presencia de tantas teorías del aprendizaje puede ser interpretada como una diversidad que podríamos, o tal vez deberíamos, celebrar. No obstante, este hecho también puede interpretarse de una manera muy diferente: *al mismo tiempo* demuestran y ocultan las complejidades del aprendizaje. Estas son las complejidades de una realidad que en la mayoría de los casos se dan por sentado, y de ese modo no están disponibles para la reflexión (Bak, 1997; Peters, 2005). Puede decirse que precisamente a causa de esta falta de reflexión no hay todavía una teoría clara y un pensamiento claro sobre la práctica educativa. Por ejemplo, el punto de vista dominante del constructivismo como teoría no nos permite "*diseñar in situ cómo aprenden los estudiantes*" (Sergiovanni, 1996: 38). El papel de la teoría como teoría *para* la práctica, por lo tanto, aún no es claro.

Una pregunta importante cuando se piensa acerca de una teoría para la práctica es ¿de qué trata la realidad de la práctica? ¿Qué clase de límites -así como de potencialidades inesperadas- podría la realidad mostrar en la práctica? ¿Qué tipos de complejidades enmascaran nuestras asunciones? Por ejemplo, la complejidad de (la realidad de) aprender y "*los procesos de la formación del conocimiento... no son de ninguna manera bien entendidos*" (Desforges, 2001: 33). Parece que nos estamos permitiendo proceder sin ninguna teoría adecuada sobre esta clase de procesos (Desforges, 2001; Maturana, 1978). El modelo dominante sin embargo parece ser el modelo racionalista de educación, con su énfasis en la mentalidad medio-fin (Luhman y Schoor, 2000; Midgley, 2001; Morin, 2001; Verene, 1993), el cual, siguiendo a Morin (2001), conduce fácilmente a un sistema perverso. Si se sigue esta línea de pensamiento queda claro por qué "*la pedagogía nunca puede ser inocente*" (Bruner, 1996: 21). La falta de una teoría y de una visión adecuada de la práctica se podrían describir como indicios de lo que puede llamarse "*una degradación de nuestra cultura*" (Midgley, 2001: 179).

3. Reconocimiento de la complejidad de la realidad educativa

Como se ha indicado en el párrafo anterior, defendemos que las actuales teorías en el campo de la educación no solo impiden en gran medida que se pueda reflexionar sobre la complejidad de la realidad educativa, sino incluso hacen que esta realidad sea difícil de ser percibida como un lugar de reflexión. En esta sección ilustramos la complejidad del sistema educativo y explicamos qué significa el pensamiento de la complejidad.

3.1 Reconocer la educación como un sistema complejo

Un sistema complejo se define como cualquier sistema que comprenda un gran número de componentes interactivos (agentes, procesos, etcétera), cuya actividad en conjunto no es lineal (no deriva de la suma de la actividad de los componentes individuales) y que se caracteriza por la auto-organización (Rocha, 1999). Quizá no queda claro que el fenómeno de la educación formal se adapta muy bien a esta definición. Considérese, por ejemplo, un aula donde los niños están aprendiendo matemáticas bajo la guía de un profesor, usando un currículo determinado y un libro de texto. Hay muchos componentes que interactúan, pero ¿dónde está la no linealidad, dónde está la auto-organización? Todo en esa clase aparecerá bastante organizado: por el currículo, por los finales del ciclo lectivo, y así. Para poder entender la complejidad de este sistema, primero necesitamos tener en consideración el concepto de complejidad. Paradójicamente, sin embargo, la comprensión requiere simplificación, entonces el problema es cómo podríamos proceder a esa

simplificación de modo que se preserve una suficiente cantidad de sentido de la complejidad inherente.

Para ello sirve observar cuales son las estrategias para la simplificación consolidadas dentro de la ciencia en general y de la ciencia de la educación en particular. La costumbre es simplificar reduciendo los componentes “espaciales” en términos de número y reduciendo la complejidad temporal al hacer que el proceso sea lineal. La receta estándar, con la que todos los investigadores están familiarizados es la siguiente: primero, tome un período que sea lo suficientemente breve como para permitir una causalidad unidireccional. Luego, mida las variables independientes en sujetos independientes y considere que los sujetos son representativos de una categoría subyacente. Por último, considere que todas las variaciones que no co-varían junto con su variable independiente son “interferencia o ruido”.

Este enfoque ha tenido algunos éxitos notables. Reemplazarlo por algún otro -si ese es nuestro propósito- importa una pesada carga sobre quienes desean llevar a cabo esta tarea. Sin embargo, paradójicamente el éxito del modelo de los sistemas lineales simples es en sí mismo una consecuencia de una de las propiedades de los sistemas complejos.

Para comenzar, muchos sistemas complejos muestran superposición. Esta implica la simultaneidad de superposiciones en apariencia incompatibles. El éxito del enfoque lineal constituye un buen ejemplo de esta propiedad. Un sistema complejo es lo suficientemente complejo para exhibir una cantidad de propiedades lineales simples. En ocasiones puede funcionar bastante bien introducir información sobre esas propiedades lineales de vuelta al sistema (por ejemplo, en la forma de prescripciones del programa basadas en evidencias en el contexto de intervención o de enseñanza). No obstante, el problema reside en que en realidad no sabemos, en tal caso, por qué dichos programas funcionan, o si pueden producir efectos adversos y de qué modo lo harían en otras partes del sistema (véase por ejemplo Kazdin y Nock, 2003).

En segundo lugar, los sistemas complejos construyen y mantienen una síntesis entre la sustancia y el proceso. “Sustancia” se refiere a los componentes constantes e identificables del sistema. Por caso, un psicólogo tratando el conocimiento de una persona, o el conocimiento que un niño adquiere en un contexto de aprendizaje que puede describirse como un conjunto de conceptos dentro de la persona, entidades relativamente estables y claramente definidas. Sin embargo, un análisis más profundo de estas entidades a menudo muestra que de hecho son procesos (estamos haciendo referencia a la creciente literatura sobre la cognición incorporada, distribuida, basada en los principios de los sistemas dinámicos; véase por ejemplo Smith, 2005). Para comprender los sistemas complejos, necesitamos poner mayor atención en la estructura y la forma de los procesos, y en la estructura de la causalidad a lo largo del tiempo (epigénesis). No obstante, el problema radica en que los modelos de proceso son mucho más complejos que los modelos de sustancia (compare un modelo del concepto objeto desde el punto de vista de la “sustancia”, esto es, visto como una entidad en la mente de la persona, en contraposición con la descripción del proceso sostenida por Smith, *et al.*, 1999. Por consiguiente, los modelos de los procesos tienen mucha menos probabilidad de aparecer en escenarios aplicados tales como la educación, que requieren acción e intervención y en los cuales la “carga cognitiva” de los modelos y de las representaciones no pueden ser demasiado altos.

En tercer lugar, los sistemas complejos son de muchas capas y de muchas escalas. Por ejemplo, a fin de comprender la educación formal, se necesita comprender los vínculos fuertemente acoplados entre el individuo, el grupo, la sociedad y la cultura, que operan y funcionan en escalas temporales distinguibles pero conectadas, pongamos por caso, las escalas temporales microgenéticas, ontogenéticas, históricas y evolutivas.

En cuarto lugar, en un sistema complejo, la causalidad con frecuencia es mutua y recíproca.

En quinto lugar, las propiedades de ordinario se distribuyen en varios componentes. Esta es la propiedad que se estudia de forma más explícita en el marco de lo existencial, y de la cognición distribuida.

Por último, en los sistemas complejos las auto-imágenes no funcionan como moldes que de manera automática imponen sus formas a unas masas inertes. Las auto imágenes (teorías científicas, ideologías, programas de políticas) funcionan en las dinámicas complejas, y sus roles causales y efectos requieren un estudio propio e individualizado.

Tratemos de resumir de forma sucinta y necesariamente de forma incompleta, cómo funcionan los mensajes basados en una teoría en los sistemas complejos. Se afirma que la educación es un sistema complejo, que posee todas las características de un sistema complejo y que los investigadores, los responsables de las políticas y los educadores necesitan adaptar sus acciones y sus decisiones pedagógicas de acuerdo con esta concepción. Una buena manera de ilustrar de qué modo funcionan los mensajes en los sistemas complejos es aplicar la noción –en sí misma no del todo incontrovertible– de “meme”. Los memes son la contraparte mental y cultural de los genes y se refieren a unidades de información (ideas, opiniones, teorías, etcétera) que se transmiten de una persona a otra. Dado que la “transmisión” de un mensaje no se trata en modo alguno de

transmisión, sino de la reconstrucción de la persona que “recibe” el mensaje, la transmisión de un meme es un proceso en el cual los memes o mensajes no sólo se multiplican, sino que se transforman, se diluyen, se extienden, y así. Los memes claramente están implicados en una pelea por recursos limitados, tales como el tiempo, la atención y el espacio cognitivo de los receptores. Por ejemplo, las ideas científicas –tal como la noción de que la educación es un sistema dinámico complejo– son transmitidas a otros científicos y ellos las siguen desarrollando o las cuestionan. En algunos casos, los mensajes son atractivos y suficientemente simples como para entrar en los medios de comunicación y por lo tanto se convierten en temas de artículos de revistas populares y de programas televisivos. Por ejemplo, el actual interés público en el cerebro como explicación de la conducta humana con toda seguridad se relaciona con una combinación de varios factores. Por un lado, la simplicidad del mensaje (determinadas

regiones del cerebro son responsables de determinadas habilidades o conductas), la disponibilidad de poderosas imágenes visuales (imágenes a color de cerebros con colores brillantes indican qué parte realiza el trabajo duro), una tecnología innovadora e impresionante (varias clases de escáneres cerebrales), la promesa de manejos tangibles para la intervención (drogas que finalmente afectan las regiones cerebrales en cuestión). Por el otro, para los científicos una ventaja adicional es contar con las posibilidades infinitas de que se pueda someter cualquier forma conocida de conducta, habilidad o propiedad psicológica para la potencial localización en el cerebro. El mensaje del cerebro también ha invadido el discurso sobre la educación en la forma de la así llamada “educación basada en el cerebro”.

3.2 Un retrato de la teoría de la complejidad

Podría caracterizarse el pensamiento de la complejidad por su preocupación por lo transfenómico –es decir, por el modo en que las formas y los acontecimientos se desarrollan a partir de otras formas y acontecimientos y son envueltos por estos, potencialmente de una manera no lineal. Por



ejemplo, cuando se le pregunta a un grupo de experimentados profesores “¿de dónde proviene la comprensión que tiene un alumno de la multiplicación?”, la respuesta colectiva probablemente incluirá referencias a una estructura biológica (esto es, las predisposiciones genéticas a realizar distinciones, advertir patrones y retener cantidades pequeñas), a experiencias físicas (esto es, de acumular, ordenar y compartir), a elaboraciones formales en los primeros años (esto es, el aprendizaje de un sistema para contar, la combinación de números), a la introducción de una variedad de aplicaciones e imágenes para la multiplicación a través de los grados medios (véase Davis y Simmt [en imprenta], para la discusión de una docena de diferentes metáforas para la multiplicación a las que recurren los profesores), y a interpretaciones cada vez más abstractas en los grados superiores. En otras palabras, los profesores consideran que el “simple” concepto de multiplicación es transfenoménico, e involucra la estructura genética, la actividad corporal, la interacción social y las herramientas culturales. En resumen, la multiplicación es un concepto complejo.

Las argumentaciones acerca del valor relativo de los constructivismos y los construccionismos sociales centrados en el sujeto no tienen mucho sentido aquí. Antes bien, la pregunta de la complejidad no es “¿qué es (más) correcto?” sino “¿en qué nivel(es) de emergencia compleja es pertinente una teoría particular?”. De este modo, los pensadores de la complejidad pueden reconciliar discursos tan diversos -y aparentemente opuestos- como la ciencia analítica y el posestructuralismo. En todo esto, un elemento vital tiene que ver con el ritmo evolutivo de los fenómenos disponibles. La propia ciencia analítica ha demostrado que es un medio poderoso para entender los fenómenos que son relativamente estables, es decir, aquellos que se desarrollan en escalas temporales medidas en eones. No obstante, la ciencia analítica casi no ha sido útil para dar cuenta del sentido de los fenómenos que pueden transformarse a sí mismos en años, días o segundos, tales como las normas sociales o las comprensiones personales. El posestructuralismo y los discursos relacionados con este, como el dialógico escrito de Vygotsky acerca de su ambicioso propósito de construir una nueva ciencia basada en el descubrimiento de la compleja esencia dinámica de un área determinada de fenómenos, ha demostrado ser mucho más relevante aquí.

Cuando se reflexiona sobre las respuestas de los profesores, un listado podría parecer problemático. ¿Cómo pueden tener sentido esos barridos que penetran y abarcan a los fenómenos? Dadas las limitaciones de la percepción humana, ¿no es posible sentirse derrotado ante un campo con intereses tan amplios e interconectados? Y de particular relevancia en esta “era posmoderna”, ¿no será que el pensamiento complejo es simplemente un relato grandilocuente que depone uno anterior al tiempo que reemplaza unos puntos ciegos e injustos afianzados por otros? Por supuesto, estas preocupaciones son legítimas. Pero pensar en términos de complejidad *ciertamente* tiene una respuesta. No es un metadiscurso o metarrelato, sino una noción amplia (que sirve de paraguas) organizada en torno a la tendencia humana a pensar de manera asociativa. Pregunta: ¿en qué se parece y no se parece un cerebro a una ciudad? ¿En qué se parece y no se parece la comprensión individual a un cuerpo de conocimiento? Esta clase de interrogantes no descompone los fenómenos en variaciones de un tema; antes bien preservan la integralidad de los fenómenos en debate, orientada por el reconocimiento de que tales fenómenos deben estudiarse en los niveles en que aparecen.

La teoría de la complejidad no es *interdisciplinaria* sino *transdisciplinaria* (Van Benthem, 2002). Este término se usa para marcar una actitud en la investigación en la cual se comprende que los miembros de un equipo de investigación llegan con diferentes agendas y diferentes antecedentes disciplinarios, aunque están suficientemente informados acerca de las perspectivas y las motivaciones de los demás integrantes como para poder trabajar juntos como un colectivo. En algún sentido, la investigación pedagógica contemporánea puede ser caracterizada como transdisciplinaria. En la literatura actual, nos encontramos regularmente estudios que se enmarcan o se ubican dentro de la neurología, la psicología, la sociología o la antropología, para mencionar sólo algunos campos. Con todo, a nivel de los informes individuales, es poco frecuente cruzarse con un estudio de veras transdisciplinario en el cual los co-autores provienen de distintos campos y en los que abordan las inquietudes opuestas de sus respectivas disciplinas (Van Benthem, 2002).

En efecto, dentro de la literatura de la investigación pedagógica actual, lejos de tratar las diferencias, parece existir una tendencia a acentuar las divergencias. Por ejemplo, en el área de la matemática, esta tendencia ha sido más acentuada en un aparentemente interminable debate sobre

cuáles serían más correctos: los constructivismos inspirados por Piaget centrados en la persona o los construccionismos sociales inspirados por Vygotsky. Para los partidarios de la complejidad, dichos debates rayan en lo inane. Piaget y Vygotsky no estaban en desacuerdo; solamente observaban dos niveles distintos de la emergencia de la complejidad.

4. La construcción de una nueva ciencia del aprendizaje y la educación

La reflexión en torno de la complejidad podría, o debería, conducir a una ciencia del aprendizaje y la educación diferente, caracterizada por el hecho del reconocimiento de que la realidad es compleja, su no linealidad, y el importante papel que desempeña el tiempo en el funcionamiento del ser humano (Luhmann y Schorr, 2000; Van Geert, 1994). Se trata de una ciencia del ser por medio del devenir, que abarca al tiempo y la complejidad (Prigogine y Stengers, 1984). Para esta nueva ciencia necesitamos nuevas "herramientas de pensamiento" para ir más allá de nuestro razonamiento en términos de causalidad lineal (Prigogine y Stengers, 1984: 203) como *una palanca para cambiar la ciencia*. Y nos referimos a aquí y ahora, en particular en la ciencia de la educación, "*su epistemología, su visión del mundo*" (Toffler, 1984). Para construir una nueva ciencia del aprendizaje y la educación debemos estar conscientes de que "*el razonamiento lineal puede ser peligroso en una realidad compleja no lineal*" (Mainzer, 2004: 407).

4.1 Reconocimiento de la crisis en la educación

Tan sólo cuando se admita que la educación se halla en crisis, y cuando se admitan las causas de esta crisis, estaremos en condiciones de lidiar con los problemas que la crisis acarrea. Vygotsky señaló la importancia de realizar esta clase de reconocimiento en su primer año como académico. Lo veía como una de las condiciones previas para un cambio de paradigma en su campo de estudio a fin de formular la así llamada "teoría de la crisis" (Véase Vygotsky, 1926/1997, para su trabajo sobre la crisis en la psicología, que no fue publicado sino hasta después de su fallecimiento). Al describir y formular semejante teoría en el campo de la educación podríamos percibir la crisis, entender sus efectos y comenzar a "resolverla".

Desde luego, no se trata de un trabajo sencillo. En primer lugar, nunca será posible que todos los estudiosos de un campo concuerden en que existe una crisis. Por consiguiente, en nuestra opinión, la situación actual se relaciona con lo que Morin (2001) ha llamado "el problema epistemológico" en el cual "*la crisis empeora tan rápido como la incapacidad para reflexionar acerca del aumento de la crisis*" (Morin, 2001: 35). James Wertsch explicó que una situación como la descrita puede surgir como consecuencia de las "*doctas incapacidades*" y de las "*patología de las disciplinas que restringen los horizontes del discurso académico moderno*" (Wertsch, 1998: 11).

4.2 Romper con viejos hábitos y pensamientos

Por lo tanto, para realmente cambiar de paradigma podríamos necesitar no sólo una teoría de la crisis, y captar que el campo se halla en un estado de crisis creciente (Kuhn, 1970), sino asimismo una mejor comprensión acerca del modo de escapar de la crisis en la que estamos. Ante todo debemos volvernos conscientes de que tendemos a dar por sentada la complejidad de la práctica. Sólo después de admitir esta tendencia podremos reconocer la complejidad de la realidad en educación. Para librarse de los antiguos modos de razonamiento, necesitamos enfrentarnos con las complejidades de la práctica pedagógica comenzando por "*pensar en la complejidad*" (Mainzer, 2004) Como consecuencia deberíamos desarrollar nuevas herramientas de pensamiento, para pensar más allá del dualismo, del reduccionismo, de lo calculable, y del fuerte deseo de controlar de lo que ocurre en la práctica (Prigogine y Stengers, 1984).

Hacer esto puede conducir a una visión muy diferente de la realidad. Tomamos la complejización de Darwin de la noción de realidad como fuente de inspiración. Él pudo "*desembarazarse de viejos hábitos de pensamiento*" (Dennett, 2003). El trabajo de Darwin mostró que la ciencia misma no es una "variable independiente" y que sencillamente no existe ninguna razón por la que tengamos que aceptar la realidad del modo en el que la experimentamos (Toffler, en Prigogine y Stengers,

1984). Conforme a este razonamiento, Midgley afirma que *“tenemos que dejar de tratar a la ‘ciencia’ como si fuese una entidad monolítica individual”* (Midgley, 2004: 22).

Quizá incluso más importante es el hecho de que Darwin mostró que la naturaleza del ser humano, y de la humanidad en general, debía ser considerada desde un punto de vista (muy) diferente. Esto nos lleva a la “cuestión ética”, lo que puede considerarse que está fundamentalmente relacionado con el nuevo paradigma de la complejidad y de los sistemas complejos, y de la ética de nuestras ciencias con sus consecuencias éticas (Mainzer, 2004). Edgar Morin acierta al tener expectativas sobre los efectos humanizadores de tomar con seriedad la complejidad: *“complejizar, eso es humanizar las ciencias”* (Morin, 2002: 9). Lo mismo vale para Klaus Mainzer, quien convincentemente argumenta que debe considerarse a los seres humanos como entidades complejas no lineales de mente y cuerpo (Mainzer, 2004: 410). En esta perspectiva, las consecuencias éticas *“dependen de nuestro conocimiento sobre las dinámicas complejas no lineales en la naturaleza y en la sociedad”* (Mainzer, 2004: 411; Van Benthem, 2002). Sin embargo, *“no derivan de principios de sistemas complejos”* (Mainzer, 2004: 411). A nuestro juicio el desafío de esa humanización mediante la complejización reside en hacer que la realidad sea más rica en todos los aspectos (Morin, 2002b: 383). Podría considerarse como una manera de superar la aparentemente oculta “privación de nuestra cultura”, ocultada por los mitos conforme a los cuales vivimos (Midgley, 2004; Van Benthem, 2002).

Entonces, podríamos concluir que necesitamos desesperadamente una teoría de la crisis en la que estamos inmersos, para poder superar la crisis, y para esbozar los significativos “beneficios humanos” para el campo de la educación y para todas las personas involucradas en él. Hablamos aquí de los beneficios para los estudiantes en ese campo, quienes dependen fuertemente de la perspectiva y de la organización de la práctica pedagógica en el campo mismo de la educación. Reconocemos que este punto de vista no es en modo alguno inocente: la nueva forma de pensar en la complejidad y la teorización sobre las dinámicas de la complejidad *“señala que el modo en el que las cosas*

se desenvuelven es inherentemente incognoscible para la mente humana, y emergen por medio de la auto-organización espontánea [...], más que por un planeamiento avanzado” (Flood, 1999:90; el destacado es nuestro).

se desenvuelven es inherentemente incognoscible para la mente humana, y emergen por medio de la auto-organización espontánea [...], más que por un planeamiento avanzado” (Flood, 1999:90; el destacado es nuestro).

4.3 Un nuevo conjunto integrado de paradigmas

Lo que necesitamos para una nueva ciencia del aprendizaje y de la educación es un paradigma evolutivo para las ciencias sociales que se vincule con el paradigma de la complejidad (Morin, 2002b, véase también el punto de vista evolutivo de Vygotsky en Valsiner, 1998 y Van der Veer, 2000:348). Ese conjunto integrado de paradigmas podría permitir un enfoque transdisciplinario de la ciencia (Koizumi, 2001; Morin, 1997; y las publicaciones de CIRET, un centro internacional para la investigación transdisciplinaria en París). Este enfoque se basaría en teorías de la complejidad con herramientas de pensamiento transdisciplinarias e incorporaría una teoría del cambio. Un



enfoque de este tipo ayudaría a mostrar *“lo complejo que emerge de lo simple”* (Toffler, 1984:29). El vínculo entre la evolución y la complejidad puede llevarse a cabo estudiando la evolución de los sistemas complejos, con sus respuestas inesperadas, contra-intuitivas; ¡respuestas que están fuera de control! (Prigogine y Stengers, 1984).

Este enfoque puede llevar a una noción de la realidad expandida y expansiva: una vista panorámica de la *“reinención”* de la realidad del aprendizaje y de la educación como una versión *“más rica”* de la realidad (Morin 2002b:383; las cursivas son nuestras). Lo que necesitamos para una ciencia de la educación, de acuerdo con Desforges (2001), no es sólo una agenda de investigación *“teórica e ideal”*, de una *“investigación que piensa lo impensable”* (Blunkett, citado en Desforges, 2001:32), sino asimismo *“investigadores que puedan desafiar los supuestos y las ortodoxias fundamentales y esto bien podría tener efectos de políticas a gran escala más adelante”* (Blunkett, citado en Desforges, 2001: 32; el destacado es nuestro).

Podríamos llegar a tener una ciencia de la educación generativa, que sea similar a la biología generativa de Webster y Goodwin (1996) y a la *“ciencia social generativa”* de Joshua Epstein (2006). Los procesos generativos implicados pueden conllevar los así llamados *“estados del ser”* en los procesos del devenir (Luhmann y Schorr, 2000: 245). Estos estados pueden devenir estados del *“ser no lineal”* transformativo vinculados de forma positiva con la capacidad requerida para adaptarse a un mundo cambiante (Stanley, 2005; Vygotsky, 1987).

5. El valor de este nuevo paradigma para la educación

5.1 Comprensión y transformación de los fenómenos

El razonamiento de la complejidad es de particular relevancia para los proyectos de escolarización. Fruto de su carácter transdisciplinario, han surgido dos énfasis complementarios dentro de la investigación de la complejidad. Los pensadores de la complejidad han contribuido tanto a la comprensión de los fenómenos (por ejemplo, a través de descripciones) cuanto a una pragmática de la transformación. Esto quiere decir que buscando comprender las cualidades y las condiciones que son comunes a una enorme serie de formas y acontecimientos los partidarios de la complejidad comenzaron a expresar consejos explícitos sobre cómo debería procederse a fin de modificar los sistemas estudiados.

Estos consejos no se presentan en términos de directivas o de causalidades, dado que las unidades complejas son auto-específicas (esto es, sus respuestas pueden *depender de* perturbaciones particulares, pero están *determinadas* por sus propias estructuras histórico-encarnadas). Conocedores del determinismo de las estructuras, muchos partidarios de la complejidad han centrado su atención en las condiciones necesarias para la emergencia de lo complejo. Se han recopilado extensas listas de las condiciones necesarias que incluyen elementos tales como los *feedback loops* [bucles de retroalimentación], la posibilidad de fallecer, un medio para preservar la información, estabilidad en las condiciones de perturbación e inestabilidad reproductiva; la mayoría de las cuales son difíciles de manipular en el nivel de la interactividad social. Sin embargo, dentro de los tipos de unidades complejas que conciernen a los educadores y a los responsables de implementar políticas, algunas condiciones pueden manipularse eficazmente. En efecto, esta conclusión ha sido demostrada en laboratorios de investigación, en instituciones sociales y en compañías multinacionales en todo el mundo (Hutchins, 1995; Surowiecki, 2004). La educación formal se ha quedado un poco atrás al respecto.

5.2 Enfocar en la potencialidad en vez de hacerlo en los fines

El nuevo paradigma de la complejidad, y el razonamiento y la teorización relacionados con él, implican una complejidad que deberían ser tenidos en cuenta como una opción seria para la práctica del aprendizaje y de la educación. Esto conlleva abandonar el deseo de predeterminar los resultados. En vez de estar enmarcada dentro de unos términos orientados por los fines, la educación podría volverse un campo orientado por las posibilidades. El aprendizaje, la educación

y la complejidad de la realidad podría vincularse con opciones muy diferentes: “[...] *deberíamos ser realistas de una manera compleja, comprendiendo la incertidumbre de la realidad, sabiendo que lo real contiene un potencial invisible*” (Morin, 2001: 70). Desde nuestra perspectiva, la realidad en el aprendizaje y la educación podría y debería expandirse en dirección a los dinámicos espacios vygotkianos de posibilidades y potencialidades de aprendizaje y desarrollo para los estudiantes (Van Geert, 1994; Moll, 2000). Los complejos, intrincados senderos del aprendizaje pueden ser representados como trayectorias orientadas-por-el-tiempo en esos transicionales espacios multidimensionales (Jörg, 2006). Esta clase de representaciones muestra cómo se puede vincular el mundo de los procesos (del aprendizaje) con el mundo de las trayectorias (Prigogine y Stengers, 1984).

5.3 Transdisciplinariedad para una comprensión más profunda de los fenómenos

El pensamiento de la complejidad no es sólo transdisciplinario sino también interdiscursivo. Obliga a atender las nuevas posibilidades y las leyes emergentes que surgen en nuevos niveles de organización, señala que los discursos pueden ser simultáneamente apropiados para los fenómenos de los que se dispone e imposibles de ser comparados entre sí. De este modo, campos tan dispares y antagónicos como la psicología conductista, la pedagogía crítica y la ética ambiental se pueden integrar para comprender mejor las posibilidades humanas. Esto puede conducir a una humanización de las ciencias (Morin, 2002a). Sin embargo, debe enfatizarse que el pensamiento complejo *no* es una fuerza unificadora. En realidad, cuando diversos razonamientos se ponen a conversar entre sí (en vez de cada uno en contra del otro), es más probable que mejore el reconocimiento, y no que aparezca mayor riqueza interpretativa.

6. El futuro de un nuevo paradigma

6.1 Investigación en un marco de relaciones lineal versus un marco de complejidad

La ciencia se inventa, no se encuentra. Un precepto fundamental del pensamiento de la complejidad es que los modos de investigación y las estrategias para la interpretación se co-especifican entre el observador y el fenómeno, o para decirlo de forma más coloquial, surgen en la conversación entre estos. El fenómeno tiene un papel en la decisión acerca de cómo puede ser estudiado.

En un sentido similar, la educación y el aprendizaje se inventan. Surgen en circunstancias particulares en respuesta a necesidades particulares y en anticipación a esperanzas particulares. Asimismo se organizan en torno a creencias específicas sobre cómo sucede el aprendizaje. Por ende, necesitamos saber cómo pueden funcionar los procesos complejos implicados en el aprendizaje y la educación, y cómo afectan efectivamente a los estudiantes: *“No es probable que puedan hacerse demasiados progresos conforme avanza el tiempo en el mejoramiento de las escuelas a menos que aceptemos la realidad de que el liderazgo dentro de ellas debería ser diferente, y a menos que comencemos a inventar nuestra propia práctica”* (Sergiovanni, 1996: XIV; destacados en el original). Si se quiere elaborar un enfoque desde la complejidad, debe canalizarse mucho esfuerzo hacia una fundamentación empírica de la complejidad, y de los conceptos y las propiedades relacionados con ella, esto es, las dinámicas (recíprocas) de la complejidad y de sus inesperados efectos (véase Van Geert, 1994: 195). El principal problema es que la investigación que sigue el modelo de la simplicidad lineal, en general se considera más fácil de hacer y permite resultados mucho más poderosos y más generalizables.

Por supuesto, las apariencias pueden ser engañosas. Incluso los resultados estadísticamente más sólidos no pueden generalizarse más allá de la población estudiada; un mínimo cambio en las circunstancias puede hacer que una conclusión de larga data se vuelva irrelevante; y estadísticas sorprendentes pueden ocultar resultados casi intrascendentes. Considérese un ejemplo: una correlación altamente significativa ($p < 0,01$) entre la externalización de los problemas y el tiempo transcurrido en guarderías (de por ejemplo 0,1) halladas en cientos de sujetos, parece un hallazgo muy impresionante. No obstante, quiere decir que el cuidado en guarderías y la externalización de los problemas tiene 1% de su variación en común, que es una magnitud que no se puede perci-

bir a simple vista. (Este ejemplo se refiere a la discusión que se originó sobre la base de un proyecto de investigación del NICHD [*National Institute of Child Health and Human Development*, (Instituto nacional para la salud infantil y el desarrollo humano)] sobre el efecto del cuidado en guarderías; véase por ejemplo Belsky, 2002).

En contraste con los estudios que se basan en estadísticas que pueden realizarse con relativa facilidad -muchos participantes a la vez, usando técnicas como cuestionarios o tests computarizados- investigar las dinámicas de los sistemas complejos exige exámenes que la mayoría de las veces son intensivos, de larga duración, meticulosos y a menudo tediosos, que se hacen a los agentes y a los procesos, por lo general con mediciones u observaciones repetidas con mucha frecuencia. El único método para lograr una profundización de las dinámicas de estos procesos en realidad consiste en estudiarlos, esto es, observar su performance en la práctica, y esto se realiza de manera fragmentada. Para algunos fenómenos, son necesarios muchos muestreos individuales o pequeños antes de obtener una masa crítica de información, habida cuenta de que los muchos y variados agentes en un sistema pueden afectarse unos a otros. Otro problema con estos estudios, de ordinario muy intensivos, es que son considerablemente más difíciles de llevar a cabo que los estudios orientados por una indagación (en los cuales, por ejemplo, la persona llena un cuestionario). Un asunto aún más complicado es que el investigador debe casi volverse parte de ese proceso mismo (véase Van Geert y Steenbeeck, 2005). En un marco lineal, se considera que esa participación es desconcertante y se insta a los investigadores a que la eviten; en un marco complejo, en particular en estudios de sistemas sociales, se comprende que son inevitables y, por lo tanto, un elemento necesario de la pesquisa.

6.2 Lexicón de la complejidad

Parece que necesitamos un nuevo lexicón de la complejidad que atraviese las disciplinas, con un grupo léxico de conceptos tales como "interacción recíproca (causal)", "interactividad", "conectividad" y "generatividad". Quizá lo más fundamental sea que el lexicón debe incluir la "complejidad" misma, con todas sus inherentes dinámicas no lineales y sus potenciales efectos no lineales, incluso términos como "arreglárselas por sí mismo [*bootstrapping*]", "efectos multiplicadores" y "efectos de desviación-amplificación". Todos estos pueden ser el resultado de causación recíproca en una interacción entre pares (Maruyama, 1963). También es de relevancia, dadas las cuestiones pragmáticas de que se ocupa la educación, lo que se comprende por "causalidad". A este respecto, podríamos "sencillamente" extender estas nociones de causación recíproca a la causación recíproca triádica (Bandura, 1997), o incluso a estructuras que se asemejan a entramados de las relaciones recíprocas causales (Edelman, 2004; Hofstadter, 1979; Jörg, 1994, 1998, 2006a, 2006b, 2007a, 2007b sobre las "redes de transición ampliadas"). De forma más radical, Juarrero (1999) propone significantes reconfiguraciones del actual significado de "causa" para incluir tanto las emergentes estructuras descendientes como las ascendentes. Con tales énfasis, *realmente* seremos capaces de *reinventar* la descripción y la explicación de la realidad cotidiana del aprendizaje y de la educación, y volverla una realidad nueva y más rica (Jörg, 2004a, 2004b, 2007a; Morin, 2001).

6.3 Posibilidades emergentes en vez de fines pre-especificados

Los encargados de la elaboración de políticas deberían considerar encomendar a otras instancias -escuelas, grupos de profesores, aulas colectivas e individuos- algunas responsabilidades en la toma de decisiones y en las oportunidades para su especialización. Para explicarnos mejor, es gracias a la especialización de los agentes interactuantes que los cuerpos biológicos, colectivos sociales, instituciones y corporaciones se convierten en "inteligentes", capaces de posibilidades más expansivas dentro de contextos siempre cambiantes. En (a veces sorprendente) contraste, las escuelas contemporáneas tienden a minimizar las posibilidades del alumno o de la especialización en el aula; optan, en cambio, por una suerte de preparación genérica y, por consiguiente, militan en contra de la emergencia de posibilidades colectivas más expansivas. Por supuesto, tales discusiones nos llevan hacia los terrenos de la moral y la ética. ¿Qué especializaciones? ¿Quién lo decide? ¿Los intereses de quién? ¿Las concepciones de "inteligente" o "mejor" o "expansivo" de quién? No son preguntas fáciles, tampoco les corresponden respuestas definitivas. En efecto, los propios pensadores de la complejidad han hecho hincapié en estos temas (por ejemplo, Cohen y Stewart, 1994; Varela, 1999) y, al hacerlo, han puesto en primer plano la inevitable complejidad

entre los investigadores y los educadores en los fenómenos analizados. La cuestión no es que debemos anticipar por completo las implicaciones de nuestras acciones, sino que debemos ser responsables de nuestras acciones y responder por ellas.

7. Conclusión

Si somos capaces de dar los pasos mencionados previamente, una nueva ciencia plena de posibilidades podrá surgir para los académicos de los campos involucrados, en particular en el campo de la enseñanza. Desde nuestro punto de vista el paradigma de la complejidad debería ayudar a sacar a la luz los mitos conforme con los cuales vivimos, con sus metáforas y retóricas comunes. No sugerimos que el paradigma de la complejidad podría darnos acceso a una verdad definitiva. Antes bien, se trata de que tal paradigma parece más apto para nuestros tiempos que son cada vez más complicados y evolucionan con mayor rapidez. Por eso, la esperanza es que nos pueda posibilitar que seamos más conscientes de los mitos que conducen a la "privación de nuestra cultura" (Midgley, 2001: 179) y a un *sistema educativo desvirtuado* - con su foco ciego en los fines (véase Morin, 2001: 72); un sistema que no tiene una clara noción de los procesos complejos del aprendizaje; un sistema que niega que "el aprendizaje es navegar en un mar de incertidumbres salpicado con islotes de certezas" (Morin, 2001: 71).

Bibliografía

- Atherton, J. S. (2005), "Learning and Teaching: Theories of Learning". Disponible en: <http://www.learningandteaching.info/learning/theories.htm>.
- Bak, P. (1997). *How Nature Works: The Science of Self-Organized Criticality*, Oxford, Oxford University Press.
- Bandura, A. (1997), *Self-Efficacy: The Exercise of Control*. Nueva York: W.H. Freeman.
- Belsky, Jay (2002), "Quantity Counts: Amount of Child Care and Children's Socioemotional Development". *Journal of Developmental & Behavioral Pediatrics*, 23, pp. 167-170.
- Bohm, D. (1996), *On Creativity*, Londres, Routledge.
- Bruner, J. (1996), *The Culture of Education*, Cambridge (MA), Harvard University Press. CIRET-Centre. Disponible en: <http://nicol.club.fr/ciret/english/visionen.htm>.
- Cohen, J. y Stewart, I. (1994), *The Collapse of Chaos: Discovering Simplicity in a Complex World*, Nueva York, Penguin Books.
- Davis, B. y Simmt, E. (en prensa), "Mathematics-for-Teaching: an Ongoing Investigation of the Mathematics that Teachers (Need to) Know", en *Educational Studies in Mathematics*, 61(3), pp. 293-319.
- Davis, B. y Sumara, D. (2006), *Complexity and Education: Inquiries into Learning, Teaching, and Research*, Mahwah (NJ), Lawrence Erlbaum.
- Dennett, D. C. (2003), *Freedom Evolves*, Nueva York, Viking.
- Desforges, C. (2001), "Educational Research and Educational Practice: 'What does educational research have to offer to education?'" en Wald, A. y Leenders, H. (eds.), *Wat heeft onderwijs-onderzoek het onderwijs te bieden?*, La Haya, NWO.
- Edelman, G. M. (2004), *Wider Than the Sky. A Revolutionary View of Consciousness*, Londres, Penguin Books.
- Elkana, Y. (2000), "Rethinking – not Unthinking – the Enlightenment", en Wilhelm Krull (ed.), *Debates on issues of our common future*, Weilerswist, Velbruck Wissenschaft.
- Epstein, J. (2006), "Remarks on the Foundations of Agent-Based Generative Social Science", en: SFI Working Papers.
- Flood, R. L. (1999). *Rethinking the Fifth Discipline. Learning Within the Unknowable*, Londres, Routledge.

- Hofstadter, D. (1979), *Gödel, Escher, Bach*. Nueva York, Basic Books.
- Hutchins, E. (1995), *Cognition in the Wild*, Cambridge (MA), The MIT Press.
- Jolles, J., de Groot, R., van Benthem, J., Dekkers, H., de Glopper, C., Uijlings, H., y Wolff-Albers, A. (2005), *Leer het Brein Kennen (Understanding the Brain)*, La Haya, NWO.
- Jörg, T. (1994), *De keuze van het vak natuurkunde als examenvak en de wijze waarop die tot stand komt bij leerlingen in het MAVO en HAVO*, Utrecht.
- Jörg, T. (1998), "The Development of a Complex Dynamic Causal Model for Cyclically Organized Processes of Cumulative Advantage and Disadvantage in Education", Trabajo presentado en la reunión anual de la *American Educational Research Association (AERA)*.
- Jörg, T. (2004a), "A Theory of Reciprocal Learning in Dyads", en *Cognitive Systems*, 6–2(3), pp. 159–170.
- Jörg, T. (2004b), "Complexity Theory and the Reinvention of Reality of Education", en B. Davis, R. Luce-Kapler, y R. Uptis (eds.), *Actas de la conferencia sobre investigación educacional y ciencia de la complejidad (2004)*. Disponible en: <http://www.complexityandeducation.ca>.
- Jörg, T. (2006a), "Minds in Evolution through Human Interaction", en *Cognitive Systems*, 6(4), pp. 363–386.
- Jörg, T. (2006b), "Towards a New Learning Science for the Reinvention of Education: A Trans-Disciplinary Perspective", en: *Educational Research, Policy and Practice in an Era of Globalization*, Hong Kong, The Asia-Pacific Educational Research Association., 92 págs.
- Jörg, T. (2007a), "Visiting the Future of Learning and Education from a Complexity Perspective", en Christian Stary, Franz Barachini, y Suliman Hawamdeh (eds.), *Knowledge Management: Innovation, Technology and Cultures*. Nueva Jersey: WorldScientific, pp. 227–241.
- Jörg, T. (2007b), "New Thinking in Complexity for the Science of Education: A Trans-Disciplinary Approach" en *Proposal for Presentation at the SIG Chaos and Complexity Theories at AERA 2008*.
- Jörg, T. (en preparación), *New Thinking in Complexity for the Social Sciences. A Trans-Disciplinary Approach*.
- Juarrero, A. (1999), *Dynamics in Action: Intentional Behavior as a Complex System*, Cambridge (MA), The MIT Press.
- Kazdin, A. E., y Nock, M.K. (2003), "Delineating Mechanisms of Change in Child and Adolescent Therapy: Methodological Issues and Research Recommendations", en *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, 44, pp. 1116–1129.
- Koizumi, H. (2001), "Trans-Disciplinarity". *Neuroendocrinology Letters*, 22, pp. 219–221.
- Kuhn, T. S. (1970), *The Structure of Scientific Revolutions* (2ª ed.), Chicago, Chicago University Press.
- Kurzweil, R. (2005), *The Singularity is Near: When Humans Transcend Biology*, Nueva York, Viking.
- Lakoff, G. (1987), *Women, Fire, and Dangerous Things*, Chicago, University of Chicago Press.
- Laughlin, R. B. (2005), *A Different Universe: Reinventing Physics From the Bottom Down*, Nueva York, Basic Books.
- Luhmann, N., y Schorr, K. (2000), "Problems of Reflection in the System of Education", en *European Studies in Education*, 13, Munster, Waxmann.
- Mainzer, K. (2004), *Thinking in Complexity: The Computational Dynamics of Matter, Mind, and Mankind*, Berlín, Springer.
- Maturana, H. R. (1978), "Biology of Language: The Epistemology of Reality", en Armitage Miller, G. y Lenneberg, E. (eds.), *Psychology and Biology of Language and Thought: Essays in Honor of Eric Lenneberg*, Nueva York, Academic Press, pp. 27–63.
- Maruyama, M. (1963), "The Second Cybernetics: Deviation Amplifying Mutual Causal Processes", en: *American Scientist*, 51, pp. 164–179.
- Midgley, M. (2001), *Science and Poetry*, Londres, Routledge.
- Midgley, M. (2004). *The Myths We Live By*, Londres, Routledge.

- Moll, L. C. (2000), "Through the Mediation of Others: Vygotskian Research on Teaching", en Richardson, V. (ed.), *Handbook of Research on Teaching* (4ª ed). Washington (DC): AERA, pp. 111–129.
- Morin, E. (1997), *Reforme de pensée, transdisciplinarité, réforme de l'université*. Disponible en: <http://nicol.club.fr/ciret/bulletin/b12/b12c1.htm>.
- Morin, E. (2001), *Seven Complex Lessons in Education for the Future*, París, UNESCO Publishing.
- Morin, E. (2002a), *À propos de la complexité*. Disponible en: <http://www.litt-and-co.org/philosophie/philos.textes.htm>.
- Morin, E. (2002), "From the Concept of System to the Paradigm of Complexity", en *Journal of Social and Evolutionary Systems*, 15, pp. 371–385.
- Peters, M. A. (2005), "Editorial: New Approaches in the Philosophy of Learning" en *Educational Philosophy and Theory*, 37, pp. 627–631.
- Prigogine, I. y Stengers, I. (1984), *Order Out of Chaos. Man's New Dialogue with Nature*, Glasgow, Fontana Paperbacks.
- Rocha, L. M. (1999), "Complex Systems Modeling: Using Metaphors from Nature in Simulation and Scientific Models". Disponible en: <http://informatics.indiana.edu/rocha/complex/csm.html>.
- Sergiovanni, T. J. (1996), *Leadership for the Schoolhouse*, San Francisco, Jossey-Bass.
- Shotter, J. (2005), "Bringing Corporeal Life Back in Chiasmic Relations and Poetic Understanding", en Doll, W., Fleener, J., Trueit, D., y St. Julien J. (eds.), *Chaos, Complexity, Curriculum, and Culture. A conversation*, Nueva York, Peter Lang, pp. 195–208.
- Smith, L. B. (2005), "Cognition, as a Dynamic System: Principles from Embodiment", *Developmental Review*, 25, pp. 278–298.
- Smith, L. B., Thelen, E., Titzer, R., y McLin, D. (1999), "Knowing in the Context of Acting: The Task Dynamics of the A-not-B Error", en *Psychological Review*, 106, pp. 235–260.
- Stanley, D. (2005), "Paradigmatic Complexity: Emerging Ideas and Historical Views of the Complexity Sciences", en Doll, W., Fleener, J., Trueit, D., y St. Julien J. (eds.), *Chaos, Complexity, Curriculum, and Culture. A conversation*, Nueva York, Peter Lang, pp. 133–153.
- Starobinski, J. (2003), *Action and Reaction. The Life and Adventures of a Couple*, Nueva York, Zone Books.
- St. Julien, J. (2005), "Complexity: Developing a More Useful Analytic for Education", en Doll, W., Fleener, J., Trueit, D., y St. Julien J. (eds.), *Chaos, Complexity, Curriculum, and Culture. A conversation*, Nueva York, Peter Lang, pp. 101–116.
- Surowiecki, J. (2004), *The Wisdom of Crowds: Why the Many are Stronger than the Few and How Collective Wisdom Shapes Business, Economies, Societies, and Nations*, Nueva York, Doubleday.
- Toffler, A. (1984), "Science and Change: Foreword", en Prigogine, I. y Stengers, I. (eds.), *Order Out of Chaos: Man's New Dialogue with Nature*, Glasgow, Fontana Paperbacks, pp. XI–XXXI.
- Valsiner, J. (1998), *The Guided Mind*, Cambridge (MA), Harvard University Press.
- Van Benthem, J. (2002), "Science and Society in Flux", en Tindemans, P., Verrijn-Stuart, A. y Visser R. (eds.), *The Future of Sciences and Humanities*, Amsterdam, Amsterdam University Press, pp. 63–90.
- Van Dijk, M. y van Geert, P. (2005), "Disentangling Behavior in Early Child Development: Interpretability of Early Child Language and its Effect on Utterance Length Measures", en *Infant Behavior and Development*, 28, pp. 99–117.
- Van Geert, P. (1994), *Dynamic Systems of Development. Change between Complexity and Chaos*, Nueva York, Harvester Wheatsheaf.
- Van Geert, P. y Steenbeek, H. (2005), "The Dynamics of Scaffolding", *New Ideas in Psychology*, 23, pp. 115–128.
- Varela, F. (1999), *Ethical Know-How: Action, Wisdom, and Cognition*, Stanford (CA), Stanford University Press.
- Verene, D. P. (1993), "Introduction: On Humanistic Education" en Vico, G., *On Humanistic Education* (1699–1707), Itaca, Cornell University Press, pp. 1–30.

- Vygotsky, L. (1987), en Rieber, R. W. y Carton A. S. (eds.), *Collected Works, Vol. 1. Problems of General Psychology*, Nueva York, Plenum Press.
- Vygotsky, L. (1997). Rieber, R. W. y Wollock, J. (eds.), *Collected Works, Vol. 3. Problems of the Theory and History of Psychology*, Nueva York, Plenum Press.
- Webster, G. y Goodwin, B. (1996), *Form and Transformation. Generative and Relational Principles in Biology*, Cambridge (UK), Cambridge University Press.
- Wertsch, J. V. (1998), *Mind as Action*, Nueva York, Oxford University Press.
- Wolstenholme, E. (2004), "Using Generic System Archetypes to Support Thinking and Modelling", *System Dynamics Review*, 20, pp. 341–356.

Notas

- 1 El presente artículo se publicó anteriormente en: *Educational Research Review*, 2 (2007), pp. 145-156
- 2 Dualismo iluminista, como ejemplo de esto, en Midgley (2001:79); véase también Flood (1999), sobre el Iluminismo y la ciencia.

Resumen

En este documento de toma de posición sostenemos que el campo del aprendizaje y la educación atraviesan una crisis, y que los paradigmas actuales en la ciencia de la educación no pueden resolver adecuadamente los problemas con los que nos hallamos en la práctica pedagógica. Los paradigmas actuales en el campo de la educación se basan en el fisicalismo o en el pensamiento lineal, descuidan la complejidad inherente a la realidad educacional y, por lo tanto, son incapaces de desarrollar una comprensión a fondo de esta última. Para superar esta crisis en la educación es menester dar un primer paso: reconocer la crisis y admitir que una adecuada teoría del aprendizaje y de la educación debería tener en cuenta la complejidad de la realidad. Estamos convencidos de que se necesita desarrollar una teoría de la complejidad, un nuevo paradigma para la educación que pueda captar los complejos procesos del aprendizaje. Una característica de este marco de la complejidad es que se focaliza en los fenómenos transversales, lo que resulta en un enfoque transdisciplinario e interdiscursivo, una orientación hacia la auto-organización y la potencialidad en lugar de fines preestablecidos, y en la incorporación de una teoría del cambio. El enfoque de la complejidad comprende un replanteo en la forma de pensar los modos de preguntar, un nuevo léxico y unas prácticas evaluativas que se orientan hacia el paradigma de la complejidad.

Palabras clave

Teoría de la complejidad – Transdisciplina – Aprendizaje – Práctica pedagógica – Posibilidades emergentes

Abstract

Education and learning are going through a crisis and current paradigms in the science of education can not adequately solve the problems we find ourselves with in pedagogical practice. The current paradigms in the field of education are based on physicalism or linear thinking; they neglect the inherent complexity of educational reality and, therefore, are unable to understand it deeply. To overcome this crisis in education is necessary to recognize it and to admit that an adequate theory of learning and education should take into account the complexity of reality. We are convinced that we need to develop a theory of complexity, a new paradigm for education that can capture the complex processes of learning. This framework of complexity focuses on transverse phenomena, resulting in a transdisciplinary and interdiscursive approach, an orientation towards self-organization and potentiality, rather than pre-established goals, and the incorporation of a theory change. The complexity approach implies rethinking our ways of asking, a new lexicon and evaluative practices that are oriented towards the paradigm of complexity.

Key words

Theory of complexity – Transdiscipline – Learning – Pedagogical practice – Emerging possibilities