

## La teoría de la complejidad y su influencia en la escuela.

Cárdenas R. María Luisa\*  
Rivera R. José Francisco\*\*

### Resumen

El presente ensayo tiene como propósito reflexionar sobre la influencia que tienen, en la Escuela, los cambios producidos por los avances científicos y muy especialmente por la filosofía o principios que rigen la investigación científica en un momento determinado. La teoría de la complejidad surge a mediados del siglo XX como un paradigma científico cuya finalidad es “*comprender la complejidad de la vida*”. Este paradigma ofrece el basamento teórico necesario para estudiar objetos muy complejos, como la Escuela, sin la necesidad de proceder a una reducción radical de los mismos.

**Palabras Clave:** Teoría de la complejidad, escuela, objetos complejos.

### Abstract

In this essay we reflect on the influence that the changes produced in science and, specially those occurred in the philosophy or principles that govern scientific research at a given time, have on School as a social institution. The main goal of the Theory of Complexity is to “understand the complexity of life”. This paradigm offers the necessary theoretical support to study very complex objects, as Schools are, without having to reduce them radically.

**Key Words:** Complexity theory, school, complex objects.

---

\* Doctora en Educación. Departamento de Pedagogía. Facultad de Humanidades y Educación. Universidad de Los Andes. Mérida.

\*\* Doctor en Educación. Departamento de Pedagogía. Facultad de Humanidades y Educación. Universidad de Los Andes. Mérida.

*“God has put a secret art into the forces  
of Nature so as to enable it to fashion itself  
out of chaos into a perfect world system”*

Immanuel Kant.

La escuela, como institución social, ha estado muy influida por los cambios producidos por los avances científicos y muy especialmente por la filosofía o principios que rigen la investigación científica en un momento determinado. La escuela es la institución encargada de la socialización y formación de las nuevas generaciones; ella se encarga de transmitir los conocimientos que una sociedad considera indispensables para su desarrollo y las tradiciones y cultura que identifica al grupo social al que sirve. Durante casi todo el siglo XX la escuela fue vista como un espacio aislado de la realidad social en la que la visión reduccionista, atomista y antropocéntrica del mundo -de tradición positivista- se refleja en la organización del currículum. Pero, en los últimos años, a partir de los cambios surgidos en la visión de la ciencia y del hombre, se están realizando cambios en la escuela que responden a los cambios filosóficos y metodológicos tanto en las ciencias humanas como en las ciencias naturales. La escuela debe atender las necesidades de la comunidad, de sus alumnos y de la sociedad; para ello, por un lado, ha de conocer esta nueva realidad y, por otro, atender a los estudios para y sobre la escuela que se están potenciando fundamentalmente desde las propuestas de la teoría de la complejidad.

A nuestro entender, en la escuela se está respondiendo a la necesidad de comunicación entre las ciencias a través de las diversas reformas educativas que se han venido proponiendo en muchos países del mundo occidental. En el caso de la reforma venezolana, la implementación de la transversalidad como práctica pedagógica es, en esencia, una manera de intentar una visión global de la realidad

dentro de la escuela que sirva de marco para incorporar al niño al mundo académico sin desligarlo de su realidad social, en contraposición con la visión compartimentada y aislada de las diferentes áreas del saber, propios de los currículos “tradicionales”.

## **Teoría de la complejidad**

En la actualidad la teoría de la complejidad busca dar razón del universo como un todo, más allá de la simple suma de sus partes, y de cómo sus componentes se unen para producir nuevas formas. Este esfuerzo por descubrir el orden en un cosmos caótico es lo que se conoce como la nueva ciencia de la complejidad o del caos. Este nuevo paradigma científico está dedicado a buscar conexiones entre muchos y variados esfuerzos de investigadores que trabajan en las fronteras de una cantidad asombrosa de disciplinas (Hayles, 1998).

En las ciencias, la complejidad es el término utilizado para connotar una nueva forma de pensar sobre el comportamiento colectivo de muchas unidades básicas que interactúan entre sí, sean átomos, moléculas, neuronas, bits de una computadora o grupos humanos, para mencionar algunos. En matemáticas, el principio básico de la teoría del caos radica en la identificación de un elemento llamado *fractal*, que mantiene su identidad a cualquier escala, y puede reproducirse hasta el infinito formando nuevas combinaciones en las que el componente inicial es siempre el mismo y el conjunto resultante siempre distinto.

Su característica principal es, en la mayoría de los casos, lo imprevisible de su configuración futura. (Cebrián, 1998). Como ejemplo de esta visión de las relaciones entre causa y efecto tenemos la conocida metáfora de los vientos huracanados que puede causar el aleteo de una mariposa; con ello se ejemplifica uno de los principios

de la teoría de los objetos complejos que dice que no hay una relación lineal entre la causa y su efecto. Para las teorías reduccionistas la magnitud de una causa se corresponde con su efecto, por el contrario, en las ciencias de la complejidad, las funciones no lineales implican una incongruencia frecuentemente sorprendente entre la causa y su efecto. En palabras de Conveney y Highfield la complejidad se puede definir como

“El estudio del comportamiento de colecciones macroscópicas de unidades que están equipadas con el potencial para evolucionar en el tiempo. Sus interacciones llevan a un fenómeno colectivo coherente, llamado “propiedades emergentes”, las cuales pueden ser descritas sólo en un nivel más elevado que aquél de las unidades individuales. En este sentido el todo es más que la suma de sus componentes, así como un cuadro de Van Gogh es mucho más que un grupo de brochazos” (1996:7).

Frecuentemente, la ciencia tradicional positivista no puede ni está diseñada para “ver” las conexiones propias de los fenómenos complejos. Hoy en día, la mayoría de los científicos que siguen los presupuestos científicistas se ciñen al estudio detallado de un pequeño aspecto de una subdisciplina del amplio árbol de la ciencia. Para Ortega y Gasset el científico especializado es un tipo de científico sin precedentes en la historia, un hombre que

*“de todo lo que hay que saber para ser un personaje discreto, conoce sólo una ciencia determinada, y aún de esa ciencia sólo conoce bien la pequeña porción en que él es activo investigador. Llega a proclamar como una virtud el no enterarse de cuanto queda fuera del angosto paisaje que especialmente cultiva, y llama diletantismo a la curiosidad por el conjunto del saber”* (Ortega y Gasset, 1937. En: Schrödinger. 1998:16).

Esta especialización conlleva que un área muy pequeña de investigación posea una metodología y jerga propias difíciles de entender hasta por científicos de áreas cercanas, para no hablar de los no iniciados en esa área de la ciencia. Esta barrera en la comunicación aísla cada vez más a los expertos de las diferentes áreas, lo que dificulta lograr una visión de las interrelaciones entre las partes, el todo y su medio.

La mayoría de los problemas que surgen en el mundo “real” (en contraposición con el mundo de los laboratorios) no se pueden o no es fácil hacerlos encajar en la metodología de esta sobreespecialización y reducción de la realidad. Para resolver esta visión reduccionista de la realidad se hace necesaria la comunicación entre las diferentes áreas de investigación con el propósito de trabajar de manera integrada y colaborativa que contribuya a obtener una explicación de los fenómenos complejos en su totalidad.

Esta situación no siempre ha sido así, hasta la época de la Ilustración era posible que un intelectual fuera capaz de hacer grandes contribuciones en diferentes áreas del saber. Pero a medida que se buscaba entender con mayor profundidad el mundo natural y que se creaban técnicas y metodologías cada vez más precisas, la realidad se fue dividiendo en segmentos cada vez más pequeños. La misión de los investigadores se transforma, entonces, en la reducción del universo a sus componentes mínimos. Así, el llamado *reduccionismo* tiene como objetivo explicar los fenómenos complejos a partir de sus partes. Esta metodología científica ha producido grandes avances en áreas como la física, la química, la biología y la matemáticas, entre otras. El gran impacto que ha tenido el reduccionismo como paradigma científico en la forma de ver y entender el mundo por parte de la cultura occidental es innegable. La biología molecular es

un buen ejemplo; con el descubrimiento de la estructura molecular del ADN en 1953 se abrió un campo de investigación fértil que ha permitido a los científicos estudiar enfermedades hereditarias y conseguir tratamientos o curas.

Lo anteriormente expuesto tiene como propósito señalar, muy brevemente, el poder que ha tenido el reduccionismo como paradigma y metodología científicos; tanto es así que se le ha llegado a considerar la vía universal hacia la comprensión de la realidad. En palabras de Wagensberg (1985:11), *“esta hipótesis de trabajo ha tenido la virtud de proporcionar buena parte del saber acumulado hasta hoy (mucho sin duda), pero el inconveniente de cultivar cierto monoteísmo científico llamado mecanicismo.”* Precisamente, debido a la metodología y fundamento teórico que le son propios, el reduccionismo ha creado una brecha entre la ciencia y otras disciplinas del saber. A decir de Alvin Toffler (en la presentación de I. Prigogine e I. Strengers “Order Out of Chaos”, 1984:xi) la ciencia moderna es tan buena dividiendo los problemas en pequeñas partes que a menudo olvida juntarlas de nuevo. Como consecuencia de ello se ha perdido la visión del mundo y del hombre como un todo integrado y dependiente de su ambiente. Como respuesta a esta situación la teoría de la complejidad surge como paradigma científico cuya finalidad es *“comprender la complejidad de la vida”* (Conveney y Highfield 1995:11).

Esto no quiere decir que la teoría del caos o de la complejidad se oponga a la ciencia normal, Hayles afirma que

“Es ciencia normal. Sigue el mismo procedimiento que cualquier otra disciplina científica para acreditar a sus miembros, diseñar protocolos de investigación y evaluar resultados. (...) Los criterios y los procedimientos de la ciencia

normal no han cambiado; lo que ha cambiado es el fundamento epistemológico sobre el que se basa, sobre todo en la cultura contemporánea. Cuando se desestabiliza una dicotomía tan decisiva para el pensamiento occidental como la de orden/desorden, no es exagerado decir que se ha abierto una importante falla geológica en la episteme” (Hayles, 1990:36-37).

Al demostrar que los sistemas caóticos no solamente existen sino que además son muy frecuentes, la teoría del caos reveló un nuevo territorio que se sitúa entre el orden y el desorden. Es en este territorio en el que trabajan los investigadores de los fenómenos complejos.

Entre las principales características que comparten los sistemas caóticos o complejos podemos mencionar (Adaptado de Hayles, 1990).

- La no linealidad, considerada la más general. Con las ecuaciones lineales, las magnitudes de causa y efecto por lo general se corresponden. Así, causas pequeñas dan como resultado efectos pequeños y causas grandes efectos grandes. Por el contrario, las funciones no lineales implican con frecuencia una incongruencia sorprendente entre causa y efecto, de modo que una causa pequeña puede tener como resultado un efecto grande. Un ejemplo ya clásico son las condiciones meteorológicas. Aun con la ayuda de grandes computadoras es imposible predecir el tiempo acertadamente con muchos días de antelación. La predicción de las condiciones meteorológicas se dificulta precisamente porque las pequeñas fluctuaciones se amplifican rápidamente en cambios a gran escala. En el aula, donde nos podemos encontrar con múltiples situaciones no previstas o no previsibles por el profesorado, cualquier cambio o tensión por pequeña que sea podría entre otras cosas, alterar la paz y armonía.

- Sus formas complejas conducen a una conciencia de la importancia de la escala. En la física clásica se considera que los objetos son independientes de la escala elegida para medirlos. Se supone que un círculo tiene una determinada circunferencia, no importa con que instrumento se le mida. Este supuesto funciona muy bien para los sistemas regulares, como los círculos, rectángulos y triángulos. En cambio, no funciona tan bien para formas irregulares complejas como las costas marítimas o las complejas ramificaciones del sistema vascular humano. En estos casos las mediciones en escalas de diferentes longitudes no convergen hacia un límite sino que continúan aumentando a medida que las escalas de medición decrecen.

- Su sensibilidad o dependencia de las condiciones iniciales de producción. Los sistemas complejos son altamente sensibles a las condiciones iniciales. De hecho, a menos que las condiciones iniciales puedan ser descritas con infinita precisión, los sistemas caóticos se tornan rápidamente en impredecibles.

- Poseen mecanismos de realimentación que crean circuitos donde la salida revierte hacia el sistema como entrada.

- Inestabilidad o falta de equilibrio. Es imposible alcanzar estados de equilibrio cuando un sistema tiene un intercambio constante con el medio.

- Son creativos.

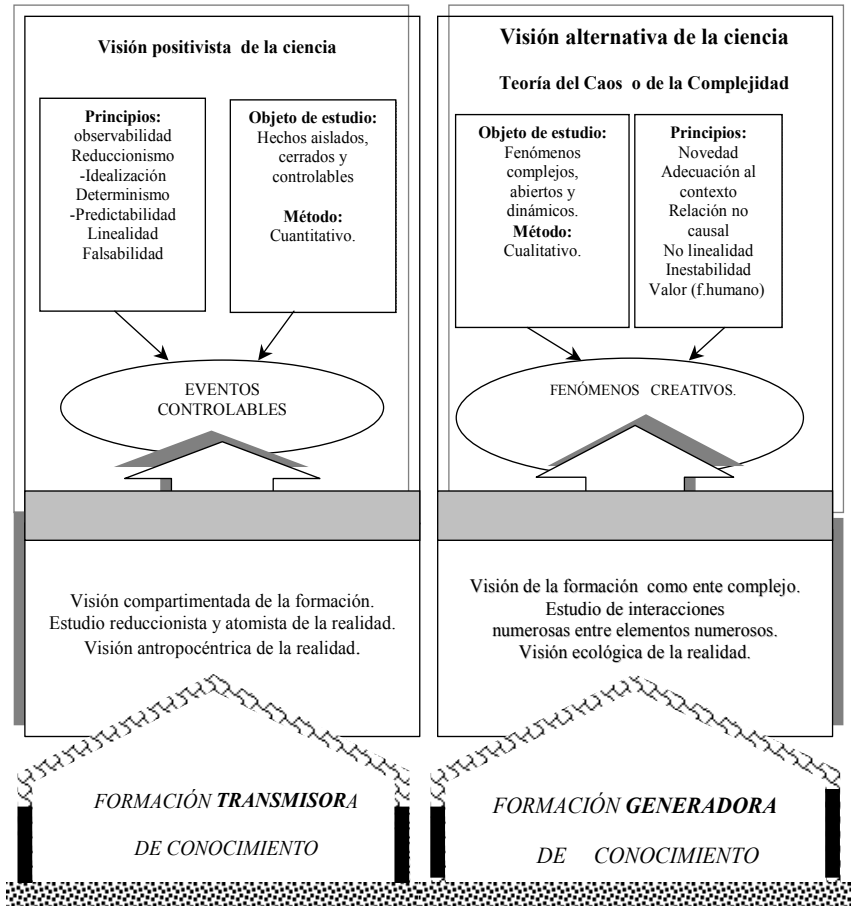
Con el surgimiento de la teoría de la complejidad, la ciencia cuenta con los medios necesarios para aproximarse a los objetos complejos sin necesidad de reducirlos. Al tratar los objetos complejos, y al estar el mundo de la experiencia formado por este tipo de objetos, las ciencias de la complejidad se aproximan a nuestra propia percepción



del mundo más que las descripciones clásicas. La teoría de la complejidad está interesada en explicar “*al mundo que vemos y tocamos, a los objetos de proporción humana. La experiencia cotidiana y las imágenes reales de cuanto nos rodea se ha convertido en el fin legítimo de la investigación.*” (Gleick, 1987:14. En Bernárdez, 1995:57).

La teoría de la complejidad está presente en todas las áreas de las ciencias. El astrofísico George Contopoulos (en Cebrián:1998:67) opina que el caos “*se necesita tanto como el orden. Es clave para que las galaxias adquieran su forma, para la vida y hasta para el funcionamiento del cuerpo humano. El caos no tiene nada que ver con la aleatoriedad. Aparece en sistemas regidos por leyes naturales estrictas cuando tales sistemas son inestables*”, es decir, cuando cualquier variación, no importa su dimensión, en las condiciones originales de esos sistemas puede llegar a provocar alteraciones impredecibles. En este sentido, podemos decir que los desarrollos científicos más recientes parecen abrir una vía de estudio de objetos muy complejos sin la necesidad de proceder a una reducción radical de los mismos. Atendiendo a las características antes expuestas de los objetos complejos, podemos decir que el ser humano, como ser social en constante interacción con su medio, corresponde a las características de estos objetos. De allí que la escuela como institución formadora de las nuevas generaciones tenga la obligación de mantenerse en contacto con la realidad que le circunda y proponer alternativas para preparar a sus alumnos para el futuro. A continuación presentamos un cuadro resumen en el que se reflejan las diferencias entre las teorías positivistas y las

del caos o la complejidad; y su influencia en la escuela (ver Cuadro resumen).



## Referencias

- BERNARDEZ, E (1995). **Teoría y Epistemología del Texto**. Madrid. Cátedra.
- CEBRIÁN, J., L (1998). **La red**. Madrid. Taurus.
- COVENEY, P., Y HIGHFIELD, R (1996). **Frontiers of Complexity**. New York. Fawcett Columbine.
- GLEICK, J (1987). **Chaos. The Making of a New Science**. London. Penguin.
- HAYLES, K (1998). **La evolución del caos. El orden dentro del desorden en las ciencias contemporáneas**. Barcelona. Gedisa.
- ORTEGA y GASSET, J (1937). **La rebelión de las masas**. En: Schrödinger, E. (1998). **Ciencia y Humanismo**. Metatemas 10. Barcelona. Tusquets.
- TOFFLER, A (1984). **Order out of Chaos**. Presentación de I. Prigogine y I. Strengers London. Heinemann.
- WAGENSBERG, J (1994). **Ideas sobre la complejidad del mundo**. Barcelona. Metatemas 9. Libros para pensar ciencia.

