



PPDQ Boletín



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA
NACIONAL

Educadora de educadores

No. 36

Revista del Sistema de Práctica Pedagógica y Didáctica del Departamento de Química.

Bogotá D. C. Marzo de 2002

Pedagogía y Didáctica

CIENCIA E INTERACCIÓN DE SABERES °

Andrés Mauricio Perea Baena °°

S

Introducción

e tiene el anhelo profundo de un conocimiento unificado y universal; el mismo nombre dado a las más altas instituciones de enseñanza, recordando que desde la antigüedad y a través de los siglos, el aspecto universal de la ciencia ha sido el único que ha merecido un crédito absoluto. (Schrödinger, 1978).

Pero la propagación, tanto en profundidad como en amplitud, de las múltiples ramas del conocimiento humano durante los últimos cien años nos han enfrentado con un singular dilema:

° Síntesis de fundamentación teórica del proyecto de práctica Pedagógica y Didáctica III. 2001

°° Estudiante del Departamento de Química de la U.P.N.

EN ESTA EDICIÓN

* Ciencia e interacción de saberes	1
* La visión unificadora de la ciencia	9
* El Taller. Una alternativa de Renovación Pedagógica	16

LA HISTORIA

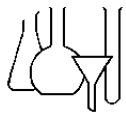
Se ha recomendado a los profesores de ciencias conocer la historia de la ciencia que enseñan. En este orden de ideas y como profesionales de la educación habría que agregar que se hallan conminados también a conocer los distintos enfoques didácticos que han dominado a partir de la época en que esas disciplinas entraron a hacer parte de los planes de estudio.

Al respecto, hay que anotar que la historia de la didáctica de las ciencias experimentales es un campo nuevo y promisorio de investigación, cuyos fundamentos conceptuales y metodológicos están bosquejándose, por lo que constituye un atractivo para quienes quieran destacarse dentro de esta profesión, por cuanto aún falta mucho por aportar.

Las fuentes para esta investigación han de ser, en primer lugar, las revistas especializadas en la enseñanza de las ciencias, los libros escolares que prevalecen en cada período, de ser posible los autores de esos textos y los profesores en ejercicio como los ya retirados. De la misma manera, los planes de estudio los proyectos curriculares oficiales vigentes en su época, como referentes necesarios.

Las condiciones están dadas ¿Por qué no comenzar?

PPDQ-Equipo Pedagógico



BOLETÍN No 36 MARZO DE 2002

EQUIPO PEDAGÓGICO

TOMÁS F. GRACIA MQ
Jefe del DepartamentoPEDRO NEL ZAPATA. MDQ
ROYMAN PEREZ MIRANDA. MDQ
JULIA GRANADOS DE HERNÁNDEZ. MI
DORA TORRES SABOGAL. MDQ
WILFREDO VÁSQUEZ ROMERO. MI
LUIS ABEL RINCÓN MORA. ME

Diseño: LARM

Corrección: Iván Rincón Pabón
Publicación: Talleres de la UPN.Universidad Pedagógica Nacional
Bogotá D. C.
Calle 73 No 11-73 B-436

Por un lado, sentimos con claridad que sólo ahora estamos empezando a adquirir material de confianza para lograr soldar en un todo indiviso la multidiversidad de conocimientos actuales; más, por el otro, se ha hecho imposible para un solo cerebro humano dominar completamente más que una pequeña parte especializada del mismo (Schrödinger, 1978)

Y, es esta disyuntiva la que hoy impulsa a buscar nuevos marcos de referencia desde los cuales interpretar, conceptualizar e investigar el mundo.

Es como la historia de la cosmología geocéntrica, la vieja idea de que la tierra era el centro del cosmos, con todos los planetas y estrellas girando a su alrededor; fue una teoría que funcionó perfectamente durante mucho tiempo, y que explicó todas las observaciones cosmológicas. Después, Copérnico resucita una antigua hipótesis heliocéntrica griega que colocaba al sol y no a la tierra en el centro del sistema planetario; el cambio de perspectiva no representó ninguna pérdida importante, las observaciones planetarias se situaron en un nuevo marco que, además de ser

elegante, desde el punto de vista matemático, producía mejores teorías que el punto de vista anterior (Goodwin, 1998).

Nada de lo que hay valioso en el mundo contemporáneo se perdió con este cambio de perspectiva, solo cambió el marco, todo se reintegró 'desde otro punto de vista; y nada perderá valor desde el nuevo punto de vista que se estructure con la intención de unificar la ciencia.

La Tensión entre lo Analítico y lo Holístico

Durante mucho tiempo el paradigma clásico de la ciencia, nutrido primordialmente por las aportaciones de Descartes y Newton, ha influenciado los modos de razonamiento y el ideal del pensamiento científico cruzando el ámbito propio de la física, para penetrar en los demás campos de la ciencia, tanto de la naturaleza como del hombre, convirtiéndose no sólo en la referencia del modo de pensar científicamente, sino inspirando, además, teorías explicativas de la situación social, con meras traslaciones de los métodos y constructos teóricos característicos de la mecánica -analítica (Buckey, Forsé, Prigogine, Stengers, 1997).

Sí bien, los cuatro preceptos contenidos en el "Discours de la Méthode pour bien conduire sous raisons et charcher la verité dans les sciences" han constituido herramientas intelectuales de generaciones y generaciones de universitarios, las más de las veces adquiridas a través del mero contacto con el desarrollo teórico de disciplinas particulares, de las cuales dichos principios han venido a ser soporte epistemológico. La aplicación confiada de éstas puede hacer de estos preceptos, auténticas trampas del pensamiento, grandes obstáculos para la comprensión de la naturaleza y la sociedad (López, 1997).

¿ Quién no ha hecho suyo, como obvio, el precepto de *evidencia* que recomienda no dar nada por cierto a menos que se reconozca como claro y distinto como tal y asumir de sus propios juicios tan sólo aquellos que se presentan tan clara y distintamente que no haya ocasión para la duda? ¿ Quién no ha aplicado, seguro de su validez intelectual, el precepto de *fragmentación* consistente en dividir el problema en pequeñas parcelas tantas veces como requiera su resolución, en la seguridad de que la adición de las partes nos permi



tirá reconstruir el todo? ¿Quién no ha asumido como lógico el precepto *causalista* que acepta las relaciones de causa - efecto a modo de largas cadenas de razones o conexiones causales simples? ¿Quién no ha confiado en el precepto de *exhaustividad*, como garante de un pensamiento riguroso, que admite y recomienda agotar el análisis de todos los componentes del fenómeno, sin olvidar ninguno de ellos?(López, 1997)

Lo que lleva a suponer, que buena parte de los constructos sobre la fenomenología de la naturaleza y las relaciones que se dan entre esta y la especie humana, han sido elaborados bajo la influencia de una visión del mundo heredada de la mecánica - analítica; de modo que, posiblemente, la actual forma de pensar ese tipo de dimensiones podría estar siendo alimentada tácitamente por concepciones que se han revelado insuficientes para dar explicación a muchas circunstancias. La clasificación etimológica "*mecánicos*" se deriva probablemente del hecho de que estos fueron instrumentos en el desarrollo de las leyes de Newton; y son "*analíticos*" debido a que proceden por análisis, es decir, del todo a las partes y de lo más complejo a lo más simple. (López, 1997)

Este paradigma tuvo éxito para la explicación de los fenómenos de los sistemas del mundo físico, pero no se extendió satisfactoriamente a la explicación de las propiedades de los sistemas en los campos biológicos, conductual y social.(López, 1997), al no poder responder a circunstancias tales como: dar explicación completa de fenómenos, a modo de organización, manteniendo, regulación y otros procesos biológicos que son característicos de los sistemas vivos; dar estudio a aquellos fenómenos que reclamaban ser tratados "*holísticamente*", en razón de que la existencia de totalidades irreductibles niega la posibilidad de descomponer en partes y componentes las propiedades de los sistemas de ésta clase no podían inferirse de las propiedades de las partes, un supuesto importante del enfoque analítico - mecánico. Además, las teorías mecánicas no fueron diseñadas para tratar con sistemas que comenzaban a mostrar complejidad, no en función del número de componentes sino a raíz de las interacciones entre ellas. Por otra parte, la búsqueda de un objetivo, propio de los sistemas vivos, característica importante de los sistemas abiertos, requería un fundamento teórico

que no podían proporcionar las explicaciones teleológicas de lo antiguo o las relaciones de causa efecto de la física y lógica clásicas.

Frente a todas estas circunstancias, emerge un nuevo punto de vista, anunciado como *paradigma de complejidad*, el cual no rechaza de plano, como inservibles, los preceptos del Discurso, sino que vienen a destacar sus límites de validez; dado que la mecánica - analítica se funda bajo el signo de la objetividad, es decir, de un universo constituido por objetos aislados sometidos a leyes universales; desde donde el objeto existe como tal, sin que el observador participe en su construcción con las estructuras de su entendimiento y las categorías de su cultura; el objeto es una entidad cerrada, distinta, que se define aisladamente por su existencia, sus propiedades; independientemente de su entorno, dando como resultado, que el conocimiento del objeto se restringa a su ubicación en el espacio (posición, velocidad), a sus propiedades físicas (masa, energía) y químicas, y a las leyes generales que actúan sobre él, estableciendo que la descripción de todo objeto fenoménico sea comprendida en sus causalidades y propiedades, por lo que es necesario descomponer este objeto en sus elementos simples.

Entonces, explicar desde esta visión, es descubrir los elementos simples y las reglas simples a partir de las que se operan las relaciones entre los elementos que componen al objeto (Morin, 1986).

El paradigma de la complejidad parte de la referencia no a objetos, sino a sistemas, donde, desde la noción de sistema trata de dar explicación a las circunstancias que quedaron fuera de la comprensión de la mecánica -analítica (Morin, 1986), adoptando una posición "holística" en el estudio de los sistemas, al preservar su identidad y la propiedad de unidades irreducibles, provocando de esta forma la generalidad de las leyes particulares, mediante el hallazgo de similitudes de estructura (Isomorfismos) entre los sistemas; a pesar del campo de la ciencia que los comprenda, lo que anima al uso de modelos matemáticos. Estos ofrecen un lenguaje que por su generalidad sugiere analogías o ausencia de estas entre los sistemas. Los modelos matemáticos cambian el énfasis de una consideración de contenido a una de estructura, ayudando, por tanto, *en la solución*



Las limitaciones de este enfoque se remiten a la ausencia de exactitud de los modelos matemáticos con respecto a las realidades de los sistemas (la no-linealidad).

Así, frente al precepto de la evidencia, la complejidad asume la incertidumbre como aspecto consustancial de la complejidad de los sistemas; frente al precepto de fragmentación la complejidad acepta que el todo es más que la suma de las partes aisladamente consideradas y apela a la noción de emergencia para explicar las propiedades que presentan un carácter de novedad con relación a las propiedades de los elementos considerados aisladamente o dispuestos en forma diferente en otro tipo de sistema (Morin, 1986); frente a la causalidad lineal, postulada por el precepto causalista, el pensamiento complejo manifiesta la emergencia de un mecanismo de realimentación; frente al precepto de exhaustividad la complejidad presenta la idea de entropía en los sistemas no físicos (López, 1997).

El *paradigma de complejidad*, aparece en el pensamiento occidental hace apenas unas pocas décadas, si bien hay fenómenos y hasta apreciaciones que caen dentro de esta visión desde hace mucho tiempo; éste paradigma se hace evidente cuando comienza a contrastar el *paradigma de simplicidad* elaborado por la ciencia, en tiempos de Galileo, Kepler, Descartes y Newton (Briggs; Peat 1990)

La simplicidad gestada en las leyes newtonianas de mecánica celeste y las coordenadas cartesianas, que permiten a los científicos encarar el universo como un vasto diagrama, crearon la impresión de que todo se podía describir en términos matemáticos o mecánicos, incluso se llegó a proponer que "algún día los científicos deducirían una ecuación matemática tan poderosa que lo explicaría todo" (Briggs; Peat 1990). Por consiguiente, esta visión trata de separar los fenómenos a estudiar, en todos los componentes en que sea posible, el convencimiento de que el estudio de cada uno por separado era la única vía posi-

ble para la comprensión del todo, que no era más que la suma de las partes; constituyendo de esta forma lo que la literatura hoy registra como la ciencia reduccionista.

Esencialmente el reduccionismo ve la naturaleza como la vería un relojero. Un reloj se puede desarmar y descomponer en dientes, palancas, resortes y engranajes. También se puede armar a partir de estas partes. El reduccionismo imagina que la naturaleza se puede armar y desarmar de la misma manera (Briggs; Peat 1990)

...¿por qué no se puede inventar una máquina de movimiento perpetuo?...

Hay que reconocer, que esta forma de operar sobre la que se fundó la ciencia, ha tenido un éxito formidable que la ha fortalecido como la forma de abordar el conocimiento, lo que la ha hecho bastante sólida y resistente al cambio. Sin embargo, desde mediados del siglo XIX, se han encontrado y descrito fenómenos que escapan a este

paradigma; entre los más destacados esta el problema de ¿por qué no se puede inventar una máquina de movimiento perpetuo? llevando a los científicos a descubrir que cada vez que ponían una máquina en funcionamiento, parte de la energía que se le inyectaba cobraba una forma que no se podía recuperar y utilizar de nuevo; es decir, la energía se degradaba, en términos de utilidad. La energía se había vuelto desorganizada. Esta progresiva desorganización de la energía útil condujo a la importante idea de la entropía y a la fundación de la ciencia del calor, la termodinámica" (Briggs; Peat 1990.).

Así, la energía fue reconocida como una propiedad indestructible, dotada de un poder poliformo de transformaciones (energía mecánica, eléctrica, química,...) un primer principio de la termodinámica, ofreciendo al universo físico una garantía de autosuficiencia y eternidad para todos sus movimientos y trabajos (Morin, 1986). En 1850 un segundo principio esbozado por Carnot y formulado por Clausius, introduce la idea de degradación de la energía, al manifestar que



todas las demás formas de energía pueden transformarse íntegramente una en otra, la energía que toma forma calorífica no puede reconvertirse enteramente, y pierde, por tanto, capacidad para efectuar un trabajo. Ahora bien, toda transformación, todo trabajo, libera calor y por lo tanto contribuyen a esta degradación.

Ahora, sí se considera un sistema que no esté alimentado con energía exterior, es decir, un sistema cerrado, toda transformación que el sistema opere se acompaña necesariamente de un incremento de entropía y, según el segundo principio, esta degradación irreversible no puede más que aumentar hasta un máximo, que es un estado de homogeneización y de equilibrio térmico, donde desaparecen la capacidad para el trabajo y las posibilidades de transformación.

Lo más asombroso es que el principio de degradación de la energía se haya transformado en principio de degradación del orden durante la segunda mitad del siglo XIX, con los aportes de Boltzmann, Gibbs y Plank.

Boltzmann comprende el calor como la energía propia de los movimientos desordenados de las moléculas en el seno de un sistema constituido por las mismas, y todo incremento de calor corresponde a un incremento de la agitación de las moléculas, a una aceleración de estos movimientos, por lo que hay una degradación inevitable de la capacidad para el trabajo. Así, todo incremento de energía es un incremento de desorden interno, y la entropía máxima corresponde al desorden molecular total del sistema, lo cual se manifiesta a escala global por la homogeneización y el equilibrio.

Desde esta perspectiva el segundo principio no sólo se plantea en términos de entropía sino también en términos de orden y desorden, donde las configuraciones desordenadas son las más probables y las ordenadas son las menos probables. Así, el término entropía comenzó a desafiar el concepto de orden universal newtoniano.

Otro fenómeno paralelo a la degradación de la energía, y que también entraba en contradicción con la concepción reduccionista de la ciencia fue la teoría de la evolución biológica, que Charles Darwin y Alfred Russel Wallace anunciaban. Te-

oría que explicaba la aparición de nuevas formas de vida basada en las variaciones que causaba el azar, en la estructura compleja de los individuos de las especies existentes. Algunas de estas variaciones sobrevivían y conducían a nuevas especies (Briggs; Peat 1990).

Casos como éste empezaron a hacer imposible seguir abordando los fenómenos desde la visión de separarlos en elementos con el fin de estudiarlos aisladamente, con lo cual se comenzó a imponer la necesidad de considerar no cada una de las partes, sino más bien la relación entre las partes.

Paralelamente, fueron apareciendo eventos que desbordaban el paradigma simplista de la ciencia como son: las ecuaciones no lineales, que entraban a mostrar, que un pequeño cambio en una variable puede surtir un efecto desproporcionado y catastrófico en otras variables; lo que era rotundamente opuesto a la idea de lo diferencial que introdujo Newton con sus celebres leyes del movimiento, que relacionaban las razones de cambio con diversas fuerzas, permitiendo a la ciencia establecer que un fenómeno era ordenado si se podía explicar en un esquema de causa y efecto representado por las ecuaciones lineales. Esta visión no lineal reforzó lo que Henry Poincaré trató de introducir con el problema de los tres cuerpos, la no-exactitud de las ecuaciones de Newton (Briggs; Peat 1990)

El mundo no lineal abierto por las ecuaciones no lineales (que incluye la mayor parte de nuestro mundo) despedaza el sueño del reduccionismo, al afirmar que la predicción exacta es práctica y teóricamente imposible. Contribuyen también a ésta nueva visión, las ecuaciones de la teoría de la relatividad einsteniana, que son esencialmente no lineales, ecuaciones que predijeron un desgarrón en la trama del espacio-tiempo (agujero negro) donde se desintegraban las ordenadas leyes de la física, llevando a los científicos a proponer que el universo entero es potencialmente caótico (Briggs; Peat 1990)

Pero surge la pregunta ¿es el caos una enfermedad entrópica que viene desde el interior de un sistema, dando como resultado contingencias y fluctuaciones internas, como lo expone la segunda ley de la termodinámica? O ¿son también los sistemas abiertos propensos a desarrollar su



Inestabilidad y caos propios, como lo ilustra la influencia de un tercer cuerpo, que expuso Poincaré?

Poincaré trata de explicar tal fenómeno declarando que el caos, o el potencial para el caos, es la esencia de un sistema no lineal, y que tanto los sistemas completamente aislados como los sistemas abiertos, podían tener resultados indeterminados, lo cual era fruto de una propiedad que incrementaba la complejidad no lineal en sistemas que se creían simples: *la realimentación*.

Esta surge porque todos los componentes de un movimiento, o sistema, están conectados entre sí (interactúan), y cada uno de ellos depende de los demás; a la vez la realimentación entre ellos produce más propiedades, llevando al sistema a una complejidad tal que la turbulencia o catástrofe reinan. La desintegración del orden en turbulencia es un signo de la infinita y profunda interacción e integralidad del sistema, lo que lleva a proponer que no es más complejo aquello que tiene más partes, sino que la complejidad albergada en la simplicidad surge de la interacción de las partes, dando génesis al caos a partir del orden, es decir, el desorden está entrelazado con el orden, la simplicidad oculta complejidad, la complejidad alberga simplicidad, y el orden y el caos están siempre presentes en el micro o el macro mundo (Briggs; Peat 1990)

Sería pertinente, para profundizar y aclarar puntos aquí expuestos, que el lector se remitiera a la fuente original con el fin de abordar los términos turbulencia, catástrofe, fractales,... y dar mayor claridad al paradigma de complejidad.

En relación con la teoría sobre la Información, se puede establecer que la interacción entre los sistemas genera un mecanismo de control y autorregulación, conocido como realimentación, y constituye el concepto que funda la automatización y los servomecanismos.

Este mecanismo de regulación se manifiesta, por ejemplo, en la acción que un termostato ejerce sobre un calentador. Cuando una habitación se enfría y la temperatura desciende por debajo de la que está fijada en el termostato, este reacciona encendiendo el aparato que luego calienta la habitación. Cuando la temperatura ambiente supera una segunda temperatura fijada en el ter-

mostato, este indica al calentador que se apague. El calentador y el termostato están ligados en lo que se conoce como realimentación negativa. También existe la realimentación positiva, un ejemplo, es el sonido que sale de un amplificador cuando el micrófono está muy cerca de los parlantes; el sonido es recogido por el micrófono y enviado de vuelta al amplificador, donde es emitido por los parlantes, produciendo un chirrido ensordecedor; el caótico sonido es producto de un proceso de amplificación donde el producto de una etapa se transforma en el alimento de otra (Briggs; Peat 1990)

Ahondando más en este campo, desde lo que propone la cibernética, se encontrará que "para obtener la respuesta deseada en un organismo humano o en un dispositivo mecánico, habrá que proporcionarle, como guía para acciones futuras, la información relativa a los resultados reales de la acción prevista. En el cuerpo humano, el cerebro y el sistema nervioso coordinan dicha información, que sirve para determinar una futura línea de conducta; los mecanismos de control y de autocorrección en las máquinas sirven para lo mismo.

Posibles ejemplos, que pueden dar claridad al concepto que se pretende caracterizar pueden ser: la dirección de los automóviles, la orientación de las ruedas delanteras se controla mediante el giro del volante; cuando se suelta el volante, un servomecanismo, que en este caso es un sistema hidráulico y mecánico, obliga a las ruedas a volver a la posición normal; otros ejemplos son los pilotos automáticos utilizados en barcos, aviones y naves espaciales, en los que el movimiento del vehículo está regido por las instrucciones de la brújula; en las naves espaciales no tripuladas los servomecanismos se encargan de orientar las cámaras, las antenas de radio y los paneles solares; en este caso la señal de entrada es la que proporcionan los sensores, que captan la situación del sol y las estrellas, y la señal de salida es la que se aplica a unos pequeños motores a reacción que giran y orientan la nave (Briggs; Peat 1990)

En definitiva el mecanismo de retroalimentación debe ser capaz de corregir el proceso para que los elementos medidos en el sistema alcancen el funcionamiento deseado.



Otro campo de acción desde el cual también se puede abordar el concepto de realimentación con el propósito de dar más claridad a este término fundamental en el paradigma de complejidad, es el que se plantea desde la biología por Prigogine, Margulis y otros.

Prigogine reafirma que la realimentación negativa regula y la realimentación positiva amplifica, de tal forma que la organización interna de un organismo puede adaptarse continuamente a las exigencias ambientales. Así, cada organismo, tiene una historia singular, pero esta historia está ligada a la historia del ámbito más vasto y con la historia de otros organismos (Briggs; Peat 1990)

En este sentido expone que los organismos tienen límites definidos, tales como una membrana semipermeable, pero los límites son abiertos y conectan al sistema con el mundo circundante con una complejidad casi inimaginable. Llegando a proponer que "nuestros más íntimos pensamientos y sentimientos surgen de una constante realimentación, y del flujo de los pensamientos y sentimientos de otras personas que han influido en nosotros. Nuestra individualidad es sin duda parte de un movimiento colectivo. Ese movimiento tiene la realimentación enraizada" (Briggs; Peat 1990)

Margulis, por su parte, propone una revolucionaria teoría de la evolución por realimentación, en la cual expone que la evolución no fue producto de una brutal competencia por la supervivencia del más apto, sino de la cooperación en lo que ella denota como "simbiosis". Esto testimonia el principio de que un organismo cambia con el objeto de permanecer siendo él mismo.

Margulis llega a la conclusión de que, aunque nos consideremos seres autónomos, somos, desde el cerebro a los pies, una compilación de microbios eslabonados por cooperación simbiótica. De hecho, toda la vida es una forma de cooperación, una expresión de la realimentación surgiendo del flujo del caos. Así se puede establecer que la interacción y la retroalimentación son simultáneas, Siendo la primera la afirmación de más de un elemento, subsistema o sistema en un espacio dado, a la vez que es una acción recíproca que modifica el comportamiento o la naturaleza de los elementos, objetos y fenómenos que están presentes o se influyen (Morin, 1986) y, se ma-

nifiesta en la capacidad de obtener y procesar información sobre el entorno; por su parte la realimentación es un mecanismo en el que las partes se complementan en la ejecución de una función concreta (Kant): tomar la información gestada en la interacción, para posibilitar la adaptación del sistema al entorno por medio de recursos adecuados (Lewin, 1995) donde el concepto de adaptación se hace riguroso al plantearlo como la modificación que incrementa la capacidad de un sistema para conservarse en un entorno determinado (Goodwin, 1998)

Todas estas propiedades que presentan un carácter de novedad con relación a las cualidades o propiedades de los componentes del sistema considerados aisladamente se llaman propiedades emergentes (Morin, 1986) la emergencia está en todas partes, no de forma misteriosa, sino como resultado de la interacción local (Lewin, 1995), la emergencia es complejidad, la complejidad emerge de la interacción.

Conclusiones

Se puede colegir de la breve exposición que hasta aquí se ha hecho sobre complejidad; que ésta manifiesta una indiscutible vocación interdisciplinaria y transdisciplinaria; aceptando la existencia de significados profundos, compartidos por un conjunto de disciplinas que pueden interactuar entre ellas estimulando la aparición de ideas nuevas y propiciando su progreso.

Si bien es cierto que ha sido principalmente dentro del ámbito de la ciencia de la naturaleza en donde la reflexión sobre la complejidad ha desbordado, en las últimas décadas, en teorías consolidadas; aumenta la convicción de que profundizando convenientemente el estudio de los isomorfismos de los fundamentos de este nuevo paradigma al ámbito de la ciencia del hombre, mejorará la comprensión de los sistemas humanos, promoverá el diálogo entre disciplinas y contribuirá a la consolidación de dicho marco de pensamiento (López, 1997)

El paradigma de complejidad apoyado en la teoría general de sistema y las tendencias de ésta, puede ser una posibilidad que permita integrar las piezas de nuestro mundo fragmentado, en lugar de tropezar y caer en las pequeñas



soluciones que solo abarcan una parte del problema y que soslayan las interacciones e interrelaciones que éste tiene.

La propuesta que desde aquí se plantea no es otra que la de exponer el paradigma de complejidad, en tanto que marco de referencia, cuyo indudable aporte puede servirnos para conducir mejor, tanto la reflexión como la acción sobre la unidad de la ciencia; del mismo modo que comenzar a confrontar la visión fragmentada con la que abordamos e interpretamos el mundo.

Noción desintegrante que se hace palpable en la concepción sistémica de la educación llevándonos a generar presupuestos en el acto educativo, cuando éste no puede resolver circunstancias particulares; en este sentido comenzamos a hablar de: educación para la paz, educación para la tolerancia, educación para los derechos humanos, educación para la democracia, educación ambiental, educación en valores, educación para la ternura, educación en ciencias, con la pretensión de que cada uno de estos puntos de vista, por separado, atienda los problemas particulares que emergen de las interacciones internas del sistema de la sociedad; las interacciones entre el sistema de la sociedad y el entorno; y las interacciones entre el individuo y el sistema de la sociedad.

Es necesario que pensemos desde la complejidad el sistema educativo; es éste un reto intelectual indiscutible que se sitúa en el horizonte próximo no solo de los investigadores profesionales sino también de las instancias de decisión. La complejidad es el problema y el reto que se impone a la racionalidad humana.

BIBLIOGRAFÍA

BRIGGS, J. y PEAT, F. O. 1990. Espejo y reflejo, del orden al caos. Guía ilustrada de la teoría del caos y la ciencia de la totalidad. Editorial Gedisa, Barcelona

BUCKEY, W. 1997 Sociology and Moder Systems Theory; FORSÉ, M. l'ordre improbable. Entropie et procesus sociaux; PRIGOGINE, I. Y STENGERES, I. Metamorfosis de la Ciencia, citados por Francisco López Rupérez. Complejidad y Educación. Ministerio de Educación y Cultura. Revista española de pedagogía. Vol. 55, N°

206.

"Cibernética." 2001 Enciclopedia Microsoft® Encarta® Microsoft Corporation Reservados todos los derechos.

OARWIN, C. RUSSEL, W. 1990. Citados por, BRIGGS, J. PEAT, F. O.. Espejo y reflejo, del orden al caos. Guía ilustrada de la teoría del caos y la ciencia de la totalidad. Editorial Gedisa, Barcelona

GOODWING, B. 1998 La evolución de la complejidad, Las Manchas del Leopardo. Tusquets Editores, S.A. Barcelona -España. .

KANT. Citado por, GOODWING, B 1998. La evolución de la complejidad, Las Manchas del Leopardo. Tusquets Editores, S.A. Barcelona -España.

LEWIN, R. 1995. El Caos como generador del Orden. Metatemas, Tusquets Editores, S.A. Barcelona -España.

LÓPEZ, R. 1986. Complejidad y Educación. Ministerio de Educación y Cultura. Revista española de pedagogía. Vol. 55, N° 206.

MORÍN, Edgar. La naturaleza de la naturaleza. Ediciones Cátedra .

NEWTON. Citado por, BRIGGS, J. y PEAT, F. O.. 1990 Espejo y reflejo, del orden al caos. Guía ilustrada de la teoría del caos y la ciencia de la totalidad. Editorial Gedisa, Barcelona .

POINCARÉ. Citado por, BRIGGS, J. y PEAT, F. O. 1990 Espejo y reflejo, del orden al caos. Guía ilustrada de la teoría del caos y la ciencia de la totalidad. Editorial Gedisa, Barcelona .

PRIGOGINE; MARGULIS. Microcosmos; y otros. Citados por, BRIGGS, J. y PEAT, F. O. 1990. Espejo y reflejo, del caos al orden. Guía ilustrada de la teoría del caos y la ciencia de la totalidad. Editorial Gedisa, Barcelona

SCHOROOINGER, Erwin. Mi Concepción de Vida 1979. Metatemas, Tusquets Editores, S.A. Barcelona- España.

"Teoría de la información." Enciclopedia Microsoft® Encarta® 2001. © 1993-2000 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.