

EL MULTICONECTOR

UN MODELO PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Por Maria Gregori y Henri Alegria^o

mgregory@telcel.net.ve

RESUMEN

En el presente trabajo se propone un modelo, el Multiconector, para la enseñanza de las Ciencias Naturales. El mismo surge como propuesta enraizada en el bucle, pensamiento complejo - abordar lo complejo-complejidad. El pensamiento se complejiza en la medida en que vislumbra los escenarios y pre-requisitos que dan cuenta de la aparición del comportamiento complejo en los sistemas que estudia, en la medida en que las limitaciones de sus propias herramientas cognoscitivas lo obligan a proponer nuevos modelos de inteligibilidad del fenómeno y en la medida en que renuncia a brindar un conocimiento completo. Los atributos de accesibilidad a muchos estados y sensibilidad ante las perturbaciones, que exhiben sistemas físicos, biológicos y fisicoquímicos nos ponen de manifiesto la complejidad subyacente puesto que coexisten conductas en competencia y manifiestan capacidad para señalar las más leves diferencias. El recambio en nuestros hábitos de pensamiento que reclama la noción de sistemas complejos, pasa por una incorporación del tiempo y el espacio en la propia descripción, superando con ello la concepción del tiempo como sucesión de eventos que se repiten y del espacio como delimitativo de las fronteras del sistema. Seguir la dinámica en el tiempo y en el espacio del sistema es necesario pues un evento nos puede llevar a nuevas coherencias, materializando lo que connota la diferencia o lo que plasma una regularidad. Ello implica aprender a moverse entre diferencias y recurrencias, ya que nuestras percepciones están centradas en la constancia. El modelo que se presenta tiene dos componentes: 1) La conformación de un espacio reflexivo por concertación de tres enfoques, contextual, procesal y cognitivo para abordar el estudio de los fenómenos naturales y 2) La elaboración de un escenario que permita recorrer a través de un agente multiconector diversos ensayos, diferenciados por niveles de organización y por pautas de conexión.

Descriptor: Complejo, Modelo de Enseñanza. Multiconector

Introducción

Lejos de ser una moda, el requerimiento de un pensamiento complejo surge como una necesidad imperiosa de los tiempos actuales en la reinterpretación de la naturaleza, del mundo, del hombre y sus sociedades. Desde distintos ámbitos, **lo complejo** como principio-idea, substituye y se contrapone a **lo complicado**, para denotar la diferencia en una interpretación del mundo regido por leyes simples, cuya complicación aparecía en el alejamiento de la condición de

^o Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Instituto Pedagógico de Maracay. Dpto de Química. Aragua.Venezuela.. e-mail: mgregory@telcel.net.ve

idealidad y en la extensión de éste comportamiento a un mayor número de elementos interactuantes, frente al de la complejidad, como fenómeno intrínseco generado por las propias leyes inherentes a la evolución de grandes clases de sistemas. No se trata del resultado de la evolución jerárquica de lo simple hacia lo complejo (Prigogine y Stengers,1990^b), pues la conducta compleja puede estar presente aún en sistemas aparentemente muy simples, se trata más bien de una apertura hacia un abanico de posibilidades que demanda una complejización de nuestro pensamiento, pues como señalan Poon y Grebogi (1995) entre otros autores, dentro de los atributos de los sistemas complejos, la accesibilidad a muchos estados y su sensibilidad ante las perturbaciones, resultan resaltantes. Ello implica la coexistencia de muchas conductas en competencia y la capacidad para responder a la más leve diferencia. Cual de ellas se observa en un dado tiempo y/o en que escala, va a depender de su sensibilidad a la menor perturbación.

La búsqueda e identificación de aquellas regularidades que conducían a una ley general nos llevaba a obviar el proceso, al darle un carácter atemporal de repetición de lo mismo y a concebir el espacio como sólo aquello que delimita el comportamiento esperado. El recambio en nuestros hábitos de pensamiento que reclama la noción de sistemas complejos, pasa por una incorporación del tiempo y el espacio en la propia descripción, pues materializan lo que connota la diferencia, lo que puede darle un carácter único al evento que lo produce o lo que plasma una regularidad Aprender a moverse entre diferencias y recurrencias implica reeducar nuestras percepciones centradas en la constancia, así mismo

buscar mecanismos que den cuenta del cambio. Implica también, explorar y evaluar las virtudes potenciales de aquello que es objeto de indagación.

La exploración de las virtudes potenciales de aquello que se indaga a través de la simulación y el modelaje se convierte en un nuevo nivel de descripción, con las diferencias cualitativas que señalan Bensaude-Vincent y Stengers (1997), entre moverse en el *laboratorio*, que significa delimitar, definir, demostrar el cumplimiento de una ley y el *terreno*, con carácter más bien este último de escenario, al que le corresponden condiciones necesarias pero no suficientes para definir a priori lo que puede acontecer.

En síntesis, la noción de complejidad remite a dos aspectos indisolublemente unidos, la complejidad de lo que se indaga y la complejización del pensamiento del que interpreta. La interpretación implica un modelo de inteligibilidad sobre aquello que constituye el objeto de investigación. Los postulados, premisas y leyes que constituyen el basamento del modelo se validan en términos de las predicciones que pueden hacerse en cuanto al comportamiento esperado y por la imposibilidad de mostrar lo contrario.

Para la ciencia clásica, la complejidad de un fenómeno era aparente pues podía ser bien descrito, utilizando leyes simples derivadas de la dinámica clásica. Las diversas manifestaciones del comportamiento complejo que hemos señalado, sin embargo, han obligado a un proceso de reconceptualización y a la construcción de nuevas herramientas cognoscitivas para la elaboración de modelos interpretativos de la conducta observada macroscópicamente. Un aspecto resaltante dentro de esta interpretación está en que las leyes de evolución que se proponen, deben explicar comportamientos diferenciados. El ideal de

evolución hacia el equilibrio, descrito por leyes deterministas y reversibles, sin embargo, constituía el basamento de la ciencia clásica. Los aportes de la Escuela de Bruselas que se inician con el trabajo pionero realizado por De Donder y posteriormente con los de Prigogine y Nicolis, entre otros, cambian esta perspectiva, al considerar al equilibrio como un caso particular de estado estacionario de no-equilibrio. El marco de referencia se amplía puesto que, los criterios de evolución deben ahora delimitarse dentro de tres campos: El del equilibrio, cerca del equilibrio y lejos del equilibrio. La distancia del equilibrio, pasa ahora a considerarse como una variable, además de las usuales en la descripción de la conducta macroscópica (Glansdorff y Prigogine, 1971; Prigogine y Lefever, 1975; Nicolis, 1975).

El estudio de la estabilidad estructural de un sistema tanto de tipo experimental como teórico, se convirtió en campo fértil para el desarrollo de teorías, modelos y simulaciones y arrojó como resultado que cuando la dinámica subyacente es de naturaleza no lineal y en presencia de un vínculo externo, a partir de un valor crítico de un parámetro del sistema, una fluctuación puede amplificarse, invadir a todo el sistema y dar lugar a una autoorganización espontánea del mismo. La evolución que da lugar a una rica variedad de conductas y a un comportamiento diferenciado en el espacio y/o tiempo, es posible en condiciones de no-equilibrio y con mecanismo no lineales envueltos en su dinámica. La incorporación de la ruptura de simetría temporal, la irreversibilidad, no ya como una limitación inherente al observador, sino como parte de la descripción macro, meso y microscópico de un sistema, remite a la

historia del proceso, donde lo local y las condiciones particulares pueden ser fuente de creación de diferencias y de la aparición de lo novedoso.

Complejidad, Pensamiento Complejo y Sistemas Complejos

El problema de la complejidad como señala Morin (1983) debe plantearse correlativamente en el marco gnoseológico (el pensamiento de la realidad) y en el marco ontológico (la naturaleza de la realidad). Es decir, que la complejidad concierne a la vez a los fenómenos, a los principios fundamentales que rigen a los fenómenos, a los principios fundamentales –metodológicos, lógicos, epistemológicos – que rigen y controlan nuestro pensamiento.”(Pág. 415). La complejidad por ello, no es reducible. El pensamiento se complejiza en la medida en que vislumbra los escenarios y prerequisites que dan cuenta de la aparición del comportamiento complejo; en la medida en que las limitaciones de sus propias herramientas cognoscitivas lo obligan a proponer nuevos modelos de inteligibilidad del fenómeno y en la medida en que renuncia a brindar un conocimiento completo.

Abordando lo complejo en el proceso educativo

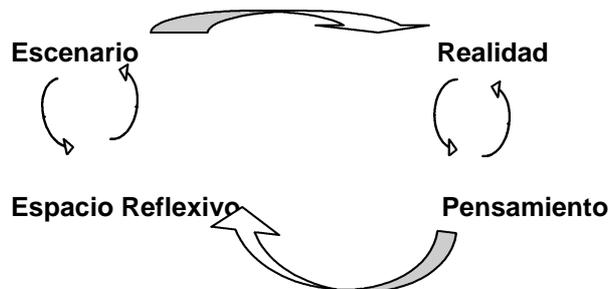
La perspectiva de la complejidad lleva a la interrogante sobre cómo abordar la complejidad y cómo introducir dicha perspectiva en la enseñanza.

Una propuesta metodológica surge al mismo tiempo del propio desarrollo de la investigación, se trata de la construcción de un espacio reflexivo que permita abordar el terreno movedizo de cambios de paradigmas, de procesos de reconceptualización a todos los niveles y de la propia dinámica de una sociedad cambiante, aspirando que del mismo puedan surgir, herramientas cognitivas apropiadas para enfrentar tales retos. Las coordenadas que permiten darle definición y contenido al espacio reflexivo, dan lugar así a tres enfoques que

concurrer dialogan y contrastan permanentemente en el abordaje de un fenómeno. Lo Contextual, lo procesal y lo cognitivo.

Un segundo componente acompaña a nuestra propuesta. La elaboración de un escenario que permita a través de un tema multivinculante, el agente multiconector, fomentar procesos cognitivos en vez de sólo adquirir conocimientos. Los conocimientos, ensayos y experiencias específicas que se presentan, diferenciados por niveles de organización y su ordenamiento constituyen sólo puntos de partida que permiten evidenciar los conceptos que disponemos. Se trata interrogando, de **redescubrir** "lo conocido" en su propia raíz y en consecuencia, superar la aceptación pasiva de las ideas, instalándose una dinámica de pensamiento más compleja, se desea **develar** la pauta que conecta a los fenómenos bajo estudio (interacciones, interrelaciones, correlaciones) y **reconocer** la dinámica de la conexión.

El escenario es por tanto, el polo de la realidad que completa el círculo.



I. El Espacio Reflexivo. La Concertación de tres enfoques

Conscientes de la discusión que se presenta en la actualidad sobre el método, incluida la tendencia sin método, preferiríamos establecer lineamientos que dibujen un espacio de reflexión construido con tres enfoques concurrentes: El enfoque contextual, el enfoque procesal y el enfoque cognitivo.

En el enfoque contextual se discute la multiplicidad de situaciones que se presentan a partir de las distintas alternativas que se generan. Se trata en concreto (1er elemento) de la incorporación de nuevos puntos de vista a la situación bajo estudio, destacándose la diversidad y variabilidad de respuestas que se obtienen en cada alternativa. Damos particularmente importancia al cambio de escala (2do elemento), ya que con el aumento en el nivel de organización, surgen cambios conceptuales, emergen nuevos atributos no deducibles en el nivel anterior y se manifiesta una zona de transición entre niveles, resultando en una franca discontinuidad. Aparece la dinámica de los posibles y lo real (Atlan,1991). La dinámica entre fondo y figura (3er elemento), muy al estilo de la Gestalt, abre la reflexión hacia la interconexión.

El enfoque procesal, incorpora el camino, la historia particular, la irreversibilidad, la naturaleza y la magnitud del cambio. La ontogenia y la filogenia. Se rescata la sensibilidad a través de la atención a las pequeñas variaciones que están apareciendo y que pueden amplificarse (ser fuentes de nuevas coherencias) o simplemente amortiguarse. El futuro ya no está determinado, simplemente está abierto . De un mundo, sólo compuesto de objetos y trayectorias (Newton), pasamos al mundo del proceso que incorpora los flujos de materia, energía e información. La continua transformación del universo.

El enfoque cognitivo. Superada la etapa computacional, algorítmica, de resolución de problemas (aún persistente en el mundo educativo y científico), las ciencias cognitivas (Varela,1990 y 1992; Capra,1996) reivindican el conocer como el mismo acto de vida (Bateson,1991; Lorentz, 1996; Maturana y Varela, 1987). Se incorpora a todo el cuerpo en el proceso de conocer e incluso, admite el

conocimiento en sistemas vivos carentes de sistemas nerviosos (Stonier,1990 y 1992). Desarrollo y aprendizaje son las caras de una misma moneda. Ambas son expresiones del acoplamiento estructural. La riqueza y flexibilidad de este acoplamiento muestra, cómo cada sistema construye su propio y distinto mundo. La diferencia, el pensamiento alterno, están allí presentes. Como lo ilustra en sus metálogos, Bateson (1990), al usar a la pregunta, para generar nuevas preguntas.

II. El Multiconector.

Una apertura ante la eclosión de las nuevas ideas emergentes en Ciencias Naturales y el fomento de una visión integradora de las mismas, nos impulsa a proponer un escenario que a semejanza del juego “Une los Puntos”, forma una figura, a través de la conexión entre dichos puntos. Esta propuesta aporta el hilo y los puntos, pero a diferencia del juego original, deja a los tejedores libres de establecer los vínculos que deseen. Es por tanto, un modelo que se autogenera y actúa simultáneamente como patrón, para confeccionar otros modelos. Así mismo, se puede establecer la homología con el autómata celular (ver Varela, 1990), el cual, genera patrones que se construyen a partir de componentes electrónicos (puntos), reglas de conexión (hilos) y un generador azaroso (el tejedor). A diferencia del autómata celular, los tejedores participan con la amplitud de pensamientos que posean. En ambos casos sin embargo, de su aplicación surge una configuración del asunto tratado.

A partir de esta descripción se pueden reconocer tres elementos constitutivos fundamentales para generar el escenario. El hilo, un tema multivinculante que delimita el asunto tratado y recorre todas las experiencias cognitivas; los ensayos tal como puntos, dispuestos de manera que atiendan a

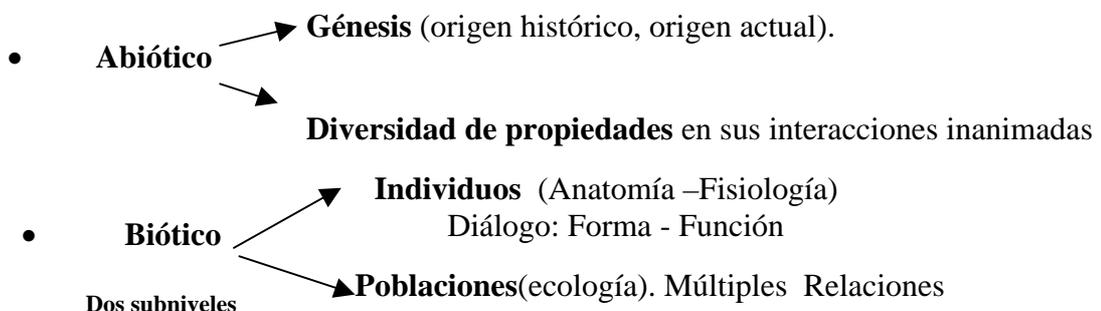
pautas conectivas del esquema organizativo y una dinámica muy flexible, de funcionamiento, en la que se enlazan los puntos.

Tal como concebimos el escenario, el tema que se escoja es el hilo conductor que brinda, un recorrido cognitivo, a través del cual, se teje. Partimos y volvemos a él, reiteradamente, cada vez de maneras diversas. Dada la importancia de su selección, debe considerarse sí:

- ❖ Interacciona con una multitud de cuerpos (es multiconector).
- ❖ Exhibe una multitud de respuestas ante diversas relaciones.
- ❖ Sus cualidades se pueden apreciar bajo condiciones ordinarias.
- ❖ Está presente en sistemas biológicos.
- ❖ Está presente en el pensamiento no científico del hombre que habita en cualquier contexto geocultural.

Muchos temas pueden cumplir integralmente estos requisitos (el agua es uno, ver Gregori y Alegria ,1999), lo que a su vez permite un esquema central único para múltiples temas con contextos cognitivos similares.

Similar a un multitexto (escenarios dentro de escenarios), se establecen un conjunto de niveles organizacionales, y a su vez, cada uno, contiene una variedad de experiencias cognitivas. Los niveles serían el abiótico, el biótico y el cultural:



- **Cultural** **Diversidad de experiencias culturales.**

(mitos, leyendas, poemas, cultura material, hábitos, etc.)

El abordaje del modelo puede realizarse desde cualquier nivel de acuerdo a intereses o criterios diferentes. La decisión que se tome es una fuente para generar discusión.

Cada nivel se estructura agrupando diversas experiencias, y según un primer criterio que se establece. Cada grupo de experiencias debe contener multiplicidad de alternativas, ya sea a través del cambio de elementos interactuantes o por cambios en los parámetros. Esto hace que cada nivel sea un abanico de posibilidades. La amplitud de ensayos es muy importante ya que muestra el grado de diversidad que se presenta. Las experiencias a seleccionar pueden ser de diversos tipos incluyendo vivencias y simulaciones. Ellas pueden estructurarse a partir de los objetivos que se plantean para un grado o año de la escuela básica, media o diversificada. Posteriormente pueden ser confrontadas, alteradas y reubicadas con la finalidad de comprenderlas, combinarlas y trascenderlas. La diversidad de experiencias que se propone en cada nivel y dentro de él, permite encontrar los elementos integradores con los que se construye el escenario, trascendiendo el mundo de lo específicamente fenomenológico (metacognición).

Perspectivas Del Modelo

Muchos son los temas que pueden ser seleccionados para confeccionar un modelo multiconector particular. El modelo hace énfasis en la emergencia de la novedad, de la creatividad, puesto que su perspectiva está centrada en el pensamiento complejo. Este cambio de percepción permite un nuevo diálogo con

la naturaleza, que busca en el brote (Maslow, 1990), la tendencia en el porvenir; que busca en lo virtual la posibilidad de lo real, que escudriña en lo que ocurre para visualizar otras posibilidades.

Referencias

- Atlan, Henri (1991).** *Con Razón y sin Ella. Inter crítica de la ciencia y el mito.* Tusquets Editores. Barcelona.
- Bateson, Gregory (1990).** *Espíritu y Naturaleza.* Amorrortu editores. Argentina
- Bateson, Gregory (1992).** *Verso un' Écologia della Mente.* Adelphi Edizioni. Milano.
- Bensaude-Vincent, B. e I. Stengers (1997).** *Historia de la Química.* Addison-Wesley/Universidad Autónoma de Madrid, Editores. Madrid.
- Capra, Fritjof (1998).** *La Trama de la Vida.* Editorial Anagrama. Barcelona.
- Gregori, M y H. Alegria (1999).** *El agua como Agente Multiconector. Un modelo para la enseñanza de las Ciencias Naturales.* I Encuentro Nacional de Docentes Investigadores en Ciencias Naturales de la UPEL. Universidad Bicentennial de Aragua. Maracay
- Glansdorff, P. E I. Prigogine (1971).** *Thermodynamic Theory of Structures, Stability and Fluctuations.* Wiley Interscience. New York.
- Lorenz, Konrad (1976).** *Las Bases Innatas del Aprendizaje.* En, Pribram, K., K. Lorenz y otros. *Biología del Aprendizaje.* Editorial Paidós. Buenos Aires.
- Maslow, Abraham (1990).** *La Personalidad Creadora.* Editorial Kairos. Barcelona.
- Maturana, H., y F. Valera (1987).** *The Tree of Knowledge. The biological roots of human understanding.* New Science Library. Bostón.
- Morin, Edgar (1983).** *El Método. Tomo II.* Ediciones Cátedra. Madrid.
- Morin, Edgar (1988).** *El Método. Tomo III.* Ediciones Cátedra. Madrid
- Morin, Edgar (1992).** *El Método. Tomo IV.* Ediciones Cátedra. Madrid
- Nicolis, G. (1975).** Dissipative Instabilities, Structure, and Evolution. *Adv. Chem. Phys.*, 29, 29-47.
- Nicolis, G., e I. Prigogine (1991).** *La Complessità. Esplorazioni nei nuovi campi della scienza.* Giulio Einaudi Editore. Torino.
- Nicolis, G. And D. Daens (1998).** Probabilistic and Thermodynamic Aspects of Dynamical Systems. *Chaos*, 8(2), 311-
- Poon, L. And C. Grebogi (1995).** Controlling Complexity. *Phys. Rev. Lett.* 75(22), 4023-4026.
- Prigogine, I., R. Lefever (1975).** Stability and Sel-Organization in Open Systems. *Adv. Chem. Phys.*, 29, 1-28
- Prigogine, I., e I. Stengers (1990^a).** *La Nueva Alianza. Metamorfosis de la Ciencia.* Alianza Editorial. Madrid.
- Prigogine, I., e I. Stengers (1990^b).** *Entre el Tiempo y la Eternidad.* Alianza Editorial. Madrid.
- Stonier, Tom (1990).** *Information and the Internal Structure of the Universe.* Springer-Verlag. New. York.
- Stonier, Tom (1992).** *Beyond of the Information.* Springer-Verlag. New. York.
- Varela, Francisco (1990).** *Conocer.* Editorial Gedisa. España.

Varela, F., E. Thompson y E. Rosch (1992). *De Cuerpo Presente*. Editorial Gedisa. Barcelona. España.