

## **Educación y Complejidad: Bases Epistemológicas y Aproximaciones Estratégicas**

**H. Ricardo Acevedo Almonacid, DSc.**

Comp. Sciences, Technical University Federico Santa María, Valparaíso, Chile, ric@inf.utfsm.cl

**José A. Aravena-Reyes, DSc.**

NETEC, Federal University of Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG, Brasil, aravena@pro.ufjf.br

**Mauricio L. Aguilar Molina, DSc.**

NETEC, Federal University of Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG, Brasil, aguilar@pro.ufjf.br

**Waldyr Azevedo Junior, DSc.**

NETEC, Federal University of Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG, Brasil, waldir@pro.ufjf.br

### **Resumen**

El presente trabajo aborda la temática referente a los aportes de la epistemología de la complejidad al proceso educativo, enfatizando la dimensión antropológica y política de esta conjunción. En este contexto, se proponen estrategias cualitativas basadas en la necesidad de estudiar los patrones paradigmáticos referidos a conocimiento y aprendizaje que configuran latencia en el operar comunicacional de las comunidades de profesores. Nuestra hipótesis de trabajo, en esta línea de investigación, es la estrecha relación paradigma-acción pedagógica; en otras palabras, cómo conocemos y cómo educamos, un tema que requiere una amplia discusión considerando su relevancia en el desafío de formar ingenieros para un mundo globalizado.

### **Palabras-clave**

Complejidad, Epistemología, Educación, Sociedad en Red, Constructivismo, Sistémica.

### **Abstract**

The present work approaches the contributions of the epistemology of complexity to the educational process, emphasizing the anthropological and political dimension of this conjunction. In this context, qualitative strategies are proposed, based on the necessity of studying the paradigmatic standards referred to knowledge and learning, which configure latency in the communicational operation of professors' communities. Our hypothesis of work in this line of research is the narrow relationship between pedagogic paradigm and pedagogic action; in other words, how do we know and how do we educate, a topic requiring a wide discussion, considering its relevance in the challenge of forming engineers for a global world

### **Keywords**

Complexity, Epistemology, Education, Networked Society, Constructivism, Systemic.

## 1. Introducción - Estrategias generales para la transformación en educación: Contextos y epistemologías emergentes

Dentro de un marco de acentuada transformación de la organización sociocultural y en un contexto de acciones de envergadura para la innovación de los sistemas educativos latinoamericanos, se hace necesario revisar los propósitos fundamentales de las reformas impulsadas y las estrategias empleadas para llevarlas a cabo.

En nuestra perspectiva, proponemos la necesidad fundamental de revisar el dominio paradigmático y epistemológico en que estas acciones se están llevando adelante y sus implicancias en la transformación de la acción pedagógica de los docentes. De esta manera, nuestra hipótesis de trabajo es la estrecha relación entre el marco paradigmático en que se manejan los profesores y las prácticas pedagógicas asociadas. En esta línea, dos son los núcleos teóricos que sustentan esta propuesta.

Primero, *los aportes de la epistemología de la complejidad al contexto educativo*. Este marco nos entrega las dimensiones éticas, culturales y sociales de nuestro entender el fenómeno educativo, como asimismo, un dominio de comprensión de la acción docente en los contextos de aprendizaje. Es, por tanto, una respuesta relevante para la orientación de estrategias de índole cualitativas, en materia de calidad y equidad educativa. En esta dimensión, entenderemos la educación no como un simple proceso de transmisión de conocimientos, sino como un proceso de creación de nuevos procesos de distinción. Por otro lado, entenderemos la complejidad como una epistemología que origina un modo de vivir ese proceso educativo. Por consiguiente, complejidad y educación, son dominios convergentes.

De este modo, se aspira a la construcción, desde los espacios educativos, de un conocimiento pertinente basado en el contexto, en la globalidad y en la multi-dimensionalidad y complejidad (Morin, 1999 y Morin, 2001) de toda relación cognitiva, con el fin de potenciar los vectores de desarrollo de la región, en un contexto de cambio sociocultural en escala global. Cabe señalar que esta potenciación cognitiva no responde a criterios cuantitativos sino más bien a criterios cualitativos; es decir, referidos a formas de aprendizaje y conocimiento más congruentes con el estado del arte en ciencias cognitivas y de la complejidad, como asimismo más pertinentes a un entorno social, económico y cultural abierto a las relaciones y a la diversidad; en otras palabras, la entrega de elementos de sentido para desenvolverse en la tensión entre una sociedad de la información y una sociedad de la incertidumbre.

Además, abunda en el discurso político y económico, la importancia del conocimiento en el emergente escenario global. Pero ¿qué conocimiento?, definitivamente no aquel que es cuantificable correlacionalmente a los años de escolarización de una persona, como establecen los análisis de capital humano, sino aquel como acción efectiva<sup>1</sup>, el cual, como proceso, configura el mundo en que vivimos.

Por lo tanto, nos alejamos del conocimiento entendido como sustancia, susceptible de ser depositado y transferido, y nos acercamos a una noción de conocimiento como proceso de configuración de relaciones, el cual no es posible medir, sino cartografiar. Por lo tanto, una perspectiva cualitativa del conocimiento que aborda la forma, patrón y cualidad del fenómeno

---

<sup>1</sup> Francisco Varela señala al respecto "...para que exista una mente tiene que haber manipulación e interacción activa con el mundo, entonces tenemos un fenómeno incorporado y activo, y cualquier cosa que denominemos un objeto, una cosa en el mundo, las sillas las mesas, las personas, y las caras y todo lo demás, depende totalmente esta constante manipulación sensoriomotriz. No podemos captar al objeto como si simplemente estuviera «ahí afuera» en forma independiente. El objeto surge como fruto de nuestra actividad, por lo tanto, el objeto como la persona están co-emergiendo, co-surgiendo" (Varela, 2002:241)

cognitivo, no cayendo ni en la reducción analítica, ni en la enajenación mercantilista del fenómeno. Es por tanto, desde esta noción de complejidad y su dominio epistemológico que proyectamos las consecuencias para una transformación en la acción docente y las dimensiones éticas, culturales y sociales de nuestro entender la educación.

Segundo, como hipótesis de trabajo y a modo de contexto, entenderemos que a *la base de las transformaciones socioculturales, está un influjo de la morfología de las redes, cuyo operar es posibilitado y materializado por las tecnologías de la información y comunicación (TIC)*. Esta dimensión es la que nos permite desarrollar una prospectiva no lineal ni trivial para los sistemas educativos latinoamericanos. Así, en esta lógica es fundamental, en aras de la equidad, garantizar accesos a las diversas fuentes de información. Sin embargo, la problemática no se agota allí; asimismo, en esta perspectiva es fundamental la articulación de dicha información, la organización del conocimiento, la conjunción de los esfuerzos en infraestructuras de información, con la construcción de una reforma de los patrones de distinción basada en los aportes de los estudios en complejidad. Cabe señalar, en el contexto de este trabajo, que esta reforma es de índole paradigmática y no tan sólo metodológica o programática.

En este dominio de reflexión, postulamos la emergencia de una disonancia cognitiva entre las bases paradigmáticas constitutivas y que conservan en su operar los sistemas educativos, y las lógicas socioculturales que definen la era de la información y la sociedad en red. Esta discordancia tiene un fuerte impacto en el desarrollo de los países, estableciendo un predominio conceptual del proceso de aprendizaje no sustentado con los más recientes avances en las ciencias cognitivas y en las ciencias de la complejidad (Varela, 2000). De esto se desprende el desarrollo de una lógica de trabajo que sigue respondiendo a las organizaciones burocráticas más que a organizaciones matriciales capaces de aprendizaje, estableciendo un modelo que reduce y acota fenómenos que están en la relación, como las posibilidades, la creación y la iniciativa.

Es esta hegemonía paradigmática la que, en base a disyunciones, inhibe la distinción de la red espacio/temporal que representa toda comunidad y la ecología de toda acción. En definitiva, desmotivación en base a un conocimiento que carece de contexto, globalidad, multi-dimensionalidad y complejidad (Morin, 1999 y Morin, 2001), lo que se traduce en una crisis de significado de los sistemas educativos, en relación con su relevancia y calidad (Cariola y Cox, 1990).

En consideración a lo anterior, el núcleo de interés en la problemática está en la dimensión epistemológica y paradigmática de las comunidades de profesores. Esto involucra, una observación de segundo orden, un estudio referido a lo que los observados indican y describen - *“el qué observan”*, como también, el cartografiado de los esquemas de diferencias con que marcan tales observaciones y trazan sus distinciones - *“el cómo observan”* (Arnold, 1998).

En consecuencia, la línea de investigación recurre desde una perspectiva relacional a la observación de observadores, que en su operar construyen las realidades en las cuales toman decisiones y comunican en el aula. Por tanto, se precisa de una metodología orientada al proceso de configuración de distinciones que desarrollan los docentes. Entre algunas aproximaciones metodológicas en este sentido, podemos citar la metodología relacional y las estrategias cognitivas (Lavanderos y Malpartida, 2000).

## **2. Sociedad en Red**

En el contexto de lo anterior, las TIC dan forma a la infraestructura que posibilita la relación entre mundos cada vez más distantes y diversos, una trama que conjuga matrices culturales en un

contacto en red en escala global sin precedentes históricos conocidos. En este proceso no sólo importa la diversidad de canales, sino además los resultados de interconexión y generación de redes comunicacionales. Por lo tanto, urgen nuevas formas de configurar, nuevas formas de relacionales que construyan nuevas visiones tiempo-espaciales más extensas y conjugadoras, que permitan operar pluralmente en un entorno sociocultural diverso y abierto a las relaciones, en donde el vivir, más que nunca, se hace indisociable del convivir.

Es así como en un entorno social emergente, caracterizado por la apertura y la diversidad, los elementos de sentidos asociados a la epistemología de la complejidad permiten abrirse a un nuevo modo de conocer (configurar), que permite dar inteligibilidad a las relaciones inherentes a la apertura (dominios relacionales) y a la diversidad (dominios de pluralidad) propias del espacio multicultural que emerge en este escenario. Esto involucra una constante tensión clausura-apertura, que ve su mayor exponente en la relación identidad-globalización; en otras palabras, la morfología social de las redes entreteje lo social y lo cultural, posibilitando la creación, la movilidad y la apertura, por una parte, y la asociación, la resistencia y la regeneración, por otra (Galindo, 2001).

Asimismo, la red genera un proceso de clausura comunicacional para que la red se manifieste, conserve e identifique. Por lo tanto, ya no hay tan sólo un sujeto: hay un sujeto en cultura; es decir, un sujeto en red que opera como una unidad relacional organismo-entorno (Lavanderos, 2001). En este sentido, la educación se enfrenta al desafío de formar seres humanos con mayores capacidades de realizar distinciones y de operar en un mayor número de redes clausuradas de comunicación, propio de una morfología sociocultural de redes. La educación es la piedra angular para esta transformación de alcances paradigmáticos y epistemológicos.

Pero en una morfología social de redes, caracterizada por una alta producción y difusión de mensajes (entendidos como vehículos potenciales de información), además de lograr el acceso ¿cómo lograr la posibilidad de organizar? ¿Cómo operar en la apertura y diversidad sociocultural en escala planetaria?

### **3. Paradigma y Acción: El Sustento Epistemológico de toda Acción Pedagógica**

En este sentido, no sólo interesan las modalidades de configuración que operan en la formas de conocimiento, sino también la acción docente que sobreviene de éste, es decir, cómo conocemos y como educamos. En otras palabras, aún cuando la dimensión cognitiva se diferencie y autonomice, sigue siendo inseparable de la acción, lo que conforma un bucle ser-hacer-conocer (Morin, 1988), donde vivir es conocer y conocer es vivir.

Así, la naturaleza operacional del conocimiento envuelve la separación, la asociación, la jerarquización y la centralización; esto conlleva principios supralógicos de organización del pensamiento que permanecen latentes en el inconsciente, modelando, en una constante ceguera, nuestra configuración del mundo (Morin, 2001). Esto es congruente con la noción de paradigma en dos dimensiones: primero, un paradigma modela la restricción/selección (sistema estocástico) de los conceptos neurálgicos de la inteligibilidad. Segundo, condiciona las operaciones lógicas maestras en los observadores (Morin, 1999), forjando latencia en la configuración de distinciones que operan al interior de una comunidad de observadores. Estas cegueras paradigmáticas<sup>2</sup> o estructuras latentes, al operar recursivamente en el espacio comunicacional de las comunidades educativas, tienden a la estabilidad y a la latencia. Los docentes, en tanto sujetos cognitivos, conocen y actúan según los paradigmas generados culturalmente en ellos, en las formas en que aprendieron a configurar su mundo.

---

<sup>2</sup> von Foerster llamó a este *no ver que vemos* de *disfunción de segundo orden*.

En consideración a lo anterior, cualquier análisis del entorno sociocultural y sus consecuencias en el sistema educativo no puede abstraerse de las concepciones pedagógicas que en él se manejan, por lo que todo esfuerzo en este sentido debe articular el *patrón tecnológico* y el *patrón paradigmático*, ya que este último configura las supralógicas latentes que operan en el sistema y, por tanto, puede orientar cursos bastante divergentes de acción. En otras palabras, la conjugación de los trabajos en morfología social de red y nuevas TIC y los aportes de la epistemología de la complejidad al proceso educativo.

De esta forma, para comunicar y significar desde una reformulada plataforma paradigmática y epistemológica, es fundamental investigar las configuraciones de distinciones que originan los marcos paradigmáticos de profesores en formación, como supuestos implícitos o explícitos, en relación al proceso de aprendizaje, ya que son estos patrones los que modelan la toma de decisiones y la acción pedagógica. Edgar Morin señala al respecto: “*la visión mutilante y unidimensional se paga cruelmente en los fenómenos humanos: la mutilación corta la carne, derrama la sangre, disemina el sufrimiento por la incapacidad para concebir la complejidad de la realidad antro-po-social*” (Morin, 2001:31) Esta es quizás, una de las reflexiones más evocadoras sobre el estrecho vínculo entre paradigma y acción. En este sentido, un conocimiento fragmentado, lejos de comprender la vida, la aniquila.

#### **4. Epistemología de la Complejidad y Educación**

En este contexto, abordar la dimensión epistemológica de la complejidad es centrarse en el proceso de transformación que se da entre la experiencia y la configuración de mundo; es decir, las formas de conocer que, en tanto relaciones cognitivas, se dan en el operar de las unidades organismo-entorno. Es decir, no se asume un mundo *a priori*, con una existencia ontológica, sino más bien constitutivo a la relación cognitiva en la que es configurado. En este sentido, la epistemología aborda, por una parte, la manera en que determinados organismos o agregados de ellos conocen, piensan y deciden y, por otra, los límites necesarios de los procesos de conocimiento, el pensamiento y la decisión (Bateson, 1979); el tránsito entre la experiencia y la reformulación de la experiencia.

Por su parte, la noción de complejidad, nos remite a una forma de distinguir y dar inteligibilidad en la relación organismo-entorno. Por lo tanto, tiene una dimensión epistemológica en la cual enfatiza la distinción, tanto de las relaciones como del observador que las distingue, en base a un pensamiento relacional de segundo orden. Esto es, una constante tensión entre un saber no reduccionista y el reconocimiento de lo inacabado e incompleto de toda empresa de conocimiento, dada las condiciones en que opera todo sistema cognitivo<sup>3</sup>. En ningún caso debe considerarse la noción de complejidad una metateoría unificada sino, por el contrario, un dominio de pensamiento donde irrumpe la diversidad.

Etimológicamente, la palabra *Complexus* hace referencia a lo que está tejido junto; por tanto, hay complejidad cuando son inseparables los elementos diferentes que constituyen un todo (Morin, 2001), por lo que nos alejamos de la concepción de complejidad como complicación o dificultad y nos acercamos a una forma de distinguir que construye conocimiento pertinente en base a la emergencia de nuevos elementos de sentido. La complejidad, en esta perspectiva, debe situarse en el marco paradigmático (Roger, 1998)

---

<sup>3</sup> Como condiciones de operación de los sistemas cognitivos, entenderemos, su clausura operacional, es decir, la operación como una red cerrada de cambios de relaciones de actividad entre sus componentes, que operan siempre en procesos en red de significación.

Desde este enfoque, el paradigma de la complejidad, está conformado principalmente por los trabajos en teoría general de sistemas, la cibernética de segundo orden y las ciencias cognitivas. Es esta convergencia transdisciplinaria la que da origen a una nueva epistemología.

## 5. Los Aportes del Pensamiento de Sistemas al Contexto Educativo

El pensamiento de sistemas, bien se puede decir, remite a los aportes emanados desde la biología y la termodinámica en siglo XIX, los cuales permitieron integrar verticalmente los diferentes niveles de complejidad de la naturaleza, haciendo evidente la necesidad de replanteamiento de los patrones de distinción existentes. Todo esto se ve fortalecido desde los años 40' por los aportes de la cibernética, teoría de la información y la teoría general de sistemas e informática, permitiendo la emergencia de una nueva concepción de trabajo, autoridad, razón y proyecto de sociedad (Rosnay, 1977), que repercuten en nueva ética cultural.

Así, es posible plantear que existe latente en cibernética los medios de alcanzar una reformada y más humana perspectiva, los medios de transformar nuestra filosofía del control (Bateson, 1972), al posibilitar la distinción de las múltiples relaciones que componen nuestra realidad cultural y social. El hombre es solamente una parte de un sistema más grande, y la parte nunca puede controlar el todo (Bateson, 1972). Así, se hace necesario, en este contexto, adoptar esquemas de distinción complementarios al análisis, la fragmentación y el reduccionismo científico, es decir, el desarrollo de una racionalidad global que permita operar en una sociedad organizada en torno a redes y otorgue el sustrato para inscribir las especializaciones. Un tránsito paradigmático (supralógico) desde la disyunción a la conjunción.

En este sentido, definiremos *pensamiento sistémico* como un marco conceptual y un estilo cognitivo caracterizados por un distinguir basado en las relaciones y el contexto más que en los componentes. Es por tanto, en este enfoque, una metanoia<sup>4</sup>, un tránsito entre un patrón de distinciones centrado en la disyunción hacia otro centrado en las relaciones. Tránsito perceptivo que comprende ir desde las partes hacia el todo, desde los objetos hacia las relaciones, desde el contenido hacia el patrón, rescatando el carácter irreductible de la percepción, en congruencia con la capacidad natural de los sistemas vivos de percibir por patrones preceptuales integrados, no en términos de elementos aislados, sino en conjuntos organizados dotados de significado (Capra, 1988). Estudios con niños demuestran que estos aprenden rápidamente el pensamiento sistémico; asimismo, las personas, al trabajar en conjunto, se sienten parte de algo mayor que sí mismas, tienen la sensación de estar conectadas, de ser generativas (Senge, 1990).

Por otra parte, los seres vivos son sistemas determinados estructuralmente, lo que significa que todos sus cambios de estados dependen de la estructura que presentan en ese momento (Maturana y Varela, 1994). Sin embargo, cambian con la experiencia y operan en el presente como sistemas completos, de manera recursiva, lo que hace imposible predecir sus cambios de estado. Desconociendo lo anterior, vivimos en una constante trivialización de la complejidad social, en busca de predicciones, explicaciones y, en última instancia, del control en base al predominio paradigmático de la simplicidad, el cual no entrega una perspectiva satisfactoria para abordar una tarea tan compleja como es el educar.

Es esta manera de concebir lo social y cultural, la que está mostrando todas sus falencias al fracasar en su intento de dar cuenta del complejo dinamismo que presenta cualquier espacio de relaciones y experiencias humanas. Pese a esto, la hegemonía cartesiana - el gran paradigma de occidente - construye una disociación que atraviesa nuestra realidad de un extremo a otro: sujeto/objeto,

---

<sup>8</sup> Un cambio de mentalidad, de actitud.

alma/cuerpo, calidad/cantidad, sentimiento/razón (Morin, 1999). El contexto donde esta disyunción u oposición desaparece es necesariamente de un tipo lógico superior, a saber, la relación (Lahitte, Hurrell y Malpartida, 1989), y es precisamente esta relación, la que enfatiza el pensamiento sistémico.

Desde esta perspectiva emerge una dimensión de mayor responsabilidad social, lo cual conlleva hacerse cargo de nuestros actos, de su condición relacional, de la importancia de lo que hacemos o dejamos de hacer, haciendo evidente que el mundo no tiene una deriva independiente a ello. La noción del efecto mariposa<sup>5</sup> - desarrollada en el marco de la teoría de caos - sostiene este argumento al hacer evidente, desde las ciencias matemáticas, la interdependencia de los fenómenos y, por tanto, las consecuencias de aquellos a los cuales no se les atribuye una relevancia *a priori*. Desde esta concepción, el sujeto es productor y producto de la cultura; sus actos crean la realidad y pueden cambiarla. Toda acción es parte de un sistema de relaciones, por lo que se inscribe en un contexto más amplio.

En esta contingencia, la educación se enfrenta a la necesidad de promover un conocimiento capaz de abordar problemas globales y fundamentales para inscribir allí conocimientos parciales y locales (Morin, 1999) o, como lo señala el *Libro Blanco sobre la Educación y la Formación* de la Comisión Europea (Comisión Europea, 1995), ante los nuevos retos de la sociedad de la información, la globalización y la civilización científica y tecnológica, una primera respuesta centrada en la cultura general, como base de futuras especializaciones y aprendizajes y como instrumento de comprensión del mundo al margen de los marcos de enseñanza. En esta línea, se propone orientar una historia de relaciones que desarrolle un estudiante capaz de realizar un mayor número de distinciones y relaciones complejas.

Quizás entonces la tarea más importante de hoy es aprender a pensar de una nueva manera (Bateson, 1972) pero, pese a esto, la educación sigue centrándose en el análisis y en algunas disciplinas, no preparando al ser humano ni para un enfoque global, ni para el juego de sus interdependencias (Rosnay, 1977). Igualmente, pensar en sistemas conlleva el inevitable encuentro con el observador que distingue dichos sistemas. Aparece así, quizás, la relación más fundamental: la dialéctica sujeto/objeto. En este dominio emerge la sistémica de segundo orden, la pregunta por el observador, el conocer del conocer y la epistemología constructivista.

## **6. Constructivismo: Una Epistemología para Educar en Pluralidad**

El constructivismo envuelve un quiebre epistemológico con respecto a la ciencia positivista, cuestionando el tradicional sentido de las nociones de sujeto y objeto en la relación cognitiva. Es decir, aborda una de las divisiones fundamentales evidenciadas en el punto anterior - a saber: la disyunción sujeto/objeto. Asimismo, es importante señalar que la emergencia de esta perspectiva epistemológica no puede sustraerse de los estudios en teoría de sistemas (Bertalanffy, Capra, Acevedo), cibernética (Wiener, Bateson, Cannon, Foerter), la epistemología genética (Piaget) y el cuerpo de las ciencias cognitivas (Maturana, Varela, Lavanderos, Malpartida).

---

<sup>5</sup> Teoría desarrollada a partir de la experiencia de Edward Lorenz con modelos matemáticos de predicción atmosférica. El empleo de un programa de ordenador para calcular mediante varias ecuaciones las condiciones climáticas probables, dio cuenta del fenómeno que se produce al redondear los datos iniciales de un sistema de ecuaciones. Esta ligera modificación produce datos finales radicalmente diferentes producto de los canales de retroalimentación y reiteraciones del sistema caótico que representa la atmósfera. De aquí, es posible postular a modo de una evocadora analogía, que el batir de las alas de una mariposa produzca un tornado en el otro lado del planeta, después de múltiples retroalimentaciones y/o bifurcaciones del sistema.

En una perspectiva relacional y constructivista de la cognición, la operación de aislar un patrón desde una red de relaciones dibuja una frontera arbitraria que define al objeto en términos de relaciones preferenciales que se dan entre los diversos componentes que materializan dichas relaciones (Acevedo, 2000). Esta operación de distinción está siempre mediada por la experiencia. Así, una distinción consiste en que un observador especifica lo que distingue al traerlo a la mano con lo que hace (Maturana y Varela, 1984). En otras palabras, el observador en la distinción señala la unidad, ejecutando la operación que define sus límites, separándola respecto de un trasfondo. Involucra, por lo tanto, con la distinción, todas las coherencias operacionales que hacen posible la distinción de la unidad (Acevedo, 2000).

En este plano argumental, los sistemas cognitivos están imposibilitados de dar cuenta de una realidad independiente a ellos, lo que se traduce en una desontologización de la noción de realidad, (Arnold, 1997) emergiendo una concepción de ciencia que no explica el mundo, sino la experiencia (Maturana, en Arnold y Rodríguez, 1999). Así, las distinciones constituyen los pisos autorreferidos para la emergencia de nuevas distinciones, las cuales, en su operar recursivo, tienden a la estabilidad (von Foerster, 1995), generando la noción de objetividad. Por tanto, ya no es sustentable la pretensión de un status de verdad u objetividad ontológica, sino más bien contingente y constitutiva a la relación cognitiva que la origina. El constructivismo, por ende, involucra la mirada sistémica, a la que suma la noción de matriz constructiva; es decir, el constructivismo emerge de la relación de continuidad y de circularidad que se da entre el sujeto y el objeto, donde no es posible distinguir un plano de origen.

En base al estado del arte en ciencias las cognitivas, sujeto y objeto co-emergen en la relación, por lo que toda propiedad en esta relación es co-emergente. En este contexto Francisco Varela señala que la cognición está enactivamente encarnada (Varela, 2000); la mente no está en la cabeza sino que es inseparable del organismo como un todo, es decir, encarnada en una co-determinación de lo interno y lo externo. Así, el origen del observador como unidad y su entorno, es co-circunstancial a la realización de la distinción, por lo que observador y entorno son ontogenéticamente dependientes (Lahitte, Hurrell y Malpartida, 1989).

Dada la importancia de la noción de distinción en este contexto, la unidad organismo-entorno se hace indisociable. Por tanto, definiremos *conocer* como un proceso de configuración de mundo, y cultura, como la conservación de dichas formas particulares de configuración; es decir, todo sujeto cognitivo es un configurador (Lavanderos, 2002). El aprendizaje es, dentro de una red de comunicación, la conservación de las formas de distinción que el marco paradigmático promueve a través la deriva de interacciones que se dan en esa comunidad.

En esta dirección, al intentar conocer el conocer, nos encontramos nítidamente con nuestro propio *ser* (Maturana y Varela, 1984), en la indisoluble condición entre el conocer y el vivir. De la conjugación de las nociones de encarnación y emergencia emerge una concepción de mente y mundo intrínsecamente relacionadas a la imaginación y fantasía<sup>6</sup>, es por ello de fundamental importancia promover que los estudiantes desarrollen ese mundo, el suyo (Varela, 2000). Pero, ¿la formación docente está operando desde un entendimiento epistemológico complejo que le permita generar un dominio de acción congruente con lo anterior?

---

<sup>6</sup> Edgar Morin destaca la importancia del imaginario en el ser humano; dado que las vías de entrada y de salida del sistema neuro-cerebral que conectan el organismo con el mundo exterior representan sólo el 2% de todo el conjunto, mientras que el 98% implica al funcionamiento interior. Esto ha constituido un mundo psíquico relativamente independiente donde se fermentan necesidades, sueños, deseos, ideas, imágenes, fantasmas, y este mundo se infiltra en nuestra visión o concepción del mundo exterior.

## 7. Síntesis

Dentro del contexto de esta problemática, sostenemos que es posible rediseñar epistemológicamente el educar de nuestros estudiantes sólo a partir de una comprensión cualitativa de los marcos paradigmáticos que configuran latencia en las comunidades de profesores, porque es precisamente desde este sustrato desde donde se toman decisiones en el aula. Cómo conocemos y cómo educamos se transforma en una dialéctica indisoluble.

De esta forma, toda transformación educacional pasa necesariamente por una transformación paradigmática y epistemológica de las concepciones pedagógicas de los profesores. Para ello, es de fundamental importancia indagar en los patrones paradigmáticos latentes en las comunidades docentes para, en un segundo momento, construir estrategias cognitivas y comunicacionales orientadas a la innovación pedagógica. Las reformas educacionales son procesos de aprendizaje conjunto, por lo que no llegarán al aula a menos que se rescate integralmente al docente como sujeto cognitivo, sus concepciones pedagógicas y su sentido epistemológico del conocimiento y el aprendizaje. Toda nuestra reflexión apunta a la conjunción del dominio antropológico y político del fenómeno educativo.

Por otro lado, debemos considerar que la perspectiva sistémica y la epistemología de la complejidad establecen un marco conceptual teórico para los aspectos cognitivos del proceso educacional, y sabemos que el proceso educacional como un todo envuelve aspectos muy amplios que no pueden ser limitados al puro acto de conocer. Sin embargo, las bases que se han lanzado aquí no son un factor limitante ni un reduccionismo, pues el *conocer* del cual se está tratando aquí es un proceso complejo, que puede ser analizado para diferentes órdenes, sean estos el individual o el social.

Educar para la sociedad del conocimiento, por ejemplo, no se reduce a un entendimiento de los mecanismos de autoorganización del ser vivo delante de un contexto de complejidad, sino que es la perspectiva sistémica, abierta a la autoorganización del ser vivo, dentro del contexto de la complejidad a la cual está sujeto, la que dará orientaciones en relación a los valores, habilidades o competencias necesarias para educar en la sociedad del conocimiento.

Cuestiones como evaluación discente, capacitación docente e inclusive aquellas relacionadas con el desarrollo de planes curriculares pueden sufrir cambios significativos si se considera como premisa inicial que el proceso de conocer, dentro de un nuevo contexto paradigmático (el de la complejidad), envuelve elementos que estuvieron encubiertos por las aproximaciones tradicionales de origen racionalista, que por años han nortado el estudio de la educación, principalmente de la educación en cursos de formación científica y tecnológica.

## Referencias

- Acevedo, R. (2000). La noción de sistema bajo el enfoque de las ontologías constitutivas. UTFSM. Valparaíso. Chile
- Arnold, M. (1997) "Introducción a las Epistemologías Sistémico/Constructivistas". *Cinta de Moebio* N° 2. Facultad de Ciencias Sociales. Universidad de Chile.
- Arnold, M, Rodríguez D. (1999) *Sociedad y Teoría de sistemas*. Ed. Universitaria, Santiago, Chile.
- Bateson, G. (1972) *Steps To An Ecology Of Mind*. Ballantine Books / Random House, New York, EE.UU.

- Bateson, G. (1979) *Espíritu y Naturaleza*. Amorrortu Editores, Buenos Aires, Argentina.
- Capra, F. (1988) *La Trama de la Vida*. Ed. Anagrama Barcelona, España.
- Cariola, L, Cox, C. (1990) “La Educación de los Jóvenes: Crisis de la Relevancia y Calidad de la Enseñanza Media”, en *Los Jóvenes en Chile hoy*. Generación Compiladores, Chile.
- Castell, M (2001) *La era de la información, Economía, Sociedad y Cultura: La Sociedad Red*. Alianza Editorial, España.
- Comisión Europea. (1995) Libro blanco sobre la educación y la formación. Enseñar y aprender. Hacia la sociedad del conocimiento. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas.
- Lavanderos L, Malpartida, A. (2000) *Cognición y territorio*. Corporación SINTESYS. UTEM/Senado República de Chile, Santiago de Chile.
- Lavanderos L. (2002) Tópicos en cognición relacional. Documento final seminario *Educación y Sociedad del Conocimiento: Una perspectiva Transdisciplinaria*. Proyecto MECESUP, Facultad de Educación, Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.
- Lahitte, H., Hurrell, J. y Malpartida, A. (1989) *Relaciones 2: Crítica y expansión de la ecología de las ideas*. Ediciones Nuevo Siglo, Buenos Aires, Argentina.
- Maturana, H. Varela F. (1984) *El Árbol del Conocimiento*. Ed. Universitaria, Santiago, Chile
- Maturana, H. Varela, F. (1994) *De Máquinas y Seres Vivos*. Ed. Universitaria, Santiago, Chile.
- Morin, E. (1988) *El Método: El Conocimiento del Conocimiento*. Ed. Cátedra, Madrid, España.
- Morin, E. (2001) *Introducción al Pensamiento Complejo*. Gedisa. Barcelona, España.
- Morin, E. (1999) *Los Siete Saberes de la Educación del Futuro*. UNESCO, Francia.
- Senge, P. (1990) *The Fifth Discipline*. Doubleday, a division of Bantam Doubleday Dell Publishing Group, Inc. EE.UU.
- Roger, E. (1998) Complejidad, cultura y solidaridad. Texto escrito en el contexto del CILPEC. Congreso Interlatino del Pensamiento Complejo. APC/UNESCO/ UCAM. Río de Janeiro. Brasil.
- Rosnay, J. (1977) *El Macroscopio: Hacia una visión global*. AC, Madrid, España.
- Varela, F. (2000) *El Fenómeno de la Vida*. Domen Ensayos, Santiago, Chile.
- von Foerster, H. (1995) Visión y Conocimiento. Disfunciones de segundo orden. En D.Freid *Nuevos Paradigmas, Cultura y Subjetividad*. Ed. Paidós, Argentina.

## **Biographical Information**

Dr. H. Ricardo ACEVEDO ALMONACID, BSc. in Economic Sciences (University of Chile), MSc and DSc in Systems Engineering (COPPE - Federal University of Rio de Janeiro, 1990 and 1991); currently Professor at the Department of Computer Science at Technical University Federico Santa Maria, Valparaíso - Chile. Dr. Acevedo's is currently Director of the Area of Systems and Management at UTFSM. His main research interests are Systems and Organization Theory, Knowledge Management, Education and Technology and Information Technology.

Dr. José A. ARAVENA REYES, BSc in Naval Engineering (Austral University of Chile, 1990), MSc and DSc in Ocean Engineering (COPPE - Federal University of Rio de Janeiro, 1994 and 1998); currently Professor at the School of Engineering at Federal University of Juiz de Fora, MG - Brazil. Dr. AGUILAR is engaged in NETEC, Technological Education Studies and Projects Group at the College of Engineering. His main research interests are Engineering Design, Collaborative-Distributed Design, Design Technology, Design Philosophy, Project Management and Technological Education. José A. Aravena-Reyes, DSc.

NETEC, Federal University of Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG, Brasil, aravena@pro.ufjf.br

Dr. Mauricio L. AGUILAR MOLINA, BSc in Naval Engineering (Austral University of Chile, 1986), MSc and DSc in Ocean Engineering (COPPE - Federal University of Rio de Janeiro, 1988 and 1998); currently Professor at the School of Engineering at Federal University of Juiz de Fora, MG - Brazil. Dr. AGUILAR is engaged in NETEC, Technological Education Studies and Projects Group at the College of Engineering. His main research interests are Engineering Design, Collaborative-Distributed Design, Design Technology, Design Philosophy, Project Management and Technological Education.

Dr. Waldyr AZEVEDO Junior, BSc in Naval Engineering (Federal University of Rio de Janeiro, 1968), MSc in Ocean Engineering (COPPE - Federal University of Rio de Janeiro, 1970 and DSc in Civil Engineering (COPPE - Federal University of Rio de Janeiro, 1987); currently Professor at the School of Engineering at Federal University of Juiz de Fora, MG - Brazil. Dr. AZEVEDO is engaged in NETEC, Technological Education Studies and Projects Group at the College of Engineering. His main research interests are Engineering Design, Collaborative Design, Design Technology, Design Philosophy, Project Management and Technological Education.

## **Authorization and Disclaimer**

Authors authorize LACCEI to publish the papers in the conference proceedings on CD and on the web. Neither LACCEI nor the editors will be responsible either for the content or for the implications of what is expressed in the paper.