

## **Cibernética de la educación**

**Autor: Dr. Marcelino González Maitland.**

### **INTRODUCCIÓN.**

Entre los aspectos más relevantes de la Cibernética Educativa se puede destacar el hecho de que su objeto de estudio, los sistemas educadores, constituye una generalización hacia la naturaleza de los sistemas educativos conformados por la humanidad. Las regularidades y resultados obtenidos en la Cibernética Educativa, revelados desde el mismo seno de la naturaleza, pueden y deben ser aplicados al perfeccionamiento del proceso educativo humano, abriéndose así nuevas perspectivas en este controversial e importante aspecto de la actividad del hombre.

A través de la generalización del concepto de cultura hacia los sistemas biológicos, y considerando como educación al proceso mediante el cual cada sistema educador transfiere la cultura a sus integrantes, se hace posible considerar la existencia de procesos educativos en el reino de los sistemas biológicos.

Por otro lado la Cibernética Educativa permite sistematizar las experiencias adquiridas por el hombre en los diversos y más disímiles escenarios en que transcurren los procesos educativos humanos. De manera que la Cibernética Educativa constituye una plataforma metodológica coherente, eficaz y armónica que orienta el estudio y perfeccionamiento del proceso educativo, donde quiera que éste se encuentre, ya sea en la escuela, en la familia, en el colectivo de amigos, en el centro de trabajo, en la congregación de fe, etc.

A través de la Cibernética Educativa el hombre tiene acceso a la vasta sabiduría de la naturaleza en términos de educación, cosa que no ocurre si se le considera a ésta última patrimonio exclusivo de la especie humana como se ha hecho hasta ahora. Téngase en cuenta además, que todo cuanto sabe el hombre lo ha aprendido de la madre naturaleza.

Al enfocar el proceso de educación desde la óptica del proceso preservación, desarrollo y difusión de la cultura, la Cibernética Educativa identifica a la educación con la misión y razón de existencia tanto de los sistemas biológicos, como de los sistemas sociales, de manera que toda la actividad que han desplegado estos sistemas en el pasado (mutaciones y otros tipos de transformaciones adaptativas), despliegan en el presente y las tendencias que se observan hacia el futuro se orientan precisamente hacia el proceso de preservación, desarrollo y difusión de su cultura.

### **Introducción a la Cibernética Educativa.**

La cibernética es la rama del saber que ocupa un lugar intermedio entre las ciencias particulares y la filosofía. En el aspecto metodológico la cibernética juega un importantísimo papel debido al carácter extremadamente amplio del objeto de la filosofía, cuyos resultados son todo generales, siendo tan abstractos que se requiere recorrer un camino muy largo para devolver a los fenómenos y objetos sometidos a estudio la extensa cantidad de propiedades de que se han despojado en un proceso de profunda abstracción. En la construcción del conocimiento inherente

a una rama específica del saber, o incluso en la obtención de resultados interdisciplinarios, transdisciplinarios o multidisciplinarios, se requiere con frecuencia de síntesis y sistematización, a propósito de la cual, la cibernética ofrece recursos metodológicos de incuestionable valor.

La cibernética tiene como objeto de estudio a aquellos sistemas que se caracterizan por el procesamiento, almacenamiento y transmisión de la información, estos sistemas se conocen también como sistemas cibernéticos. Existe una estrecha relación entre el comportamiento de estos sistemas y los procesos de toma de decisiones, dado que en principio estas últimas constituyen el resultado de procesos en que el papel protagónico lo juega la información. Es evidente que la toma de decisiones está indisolublemente ligada a los procesos de dirección, otra de las vertientes importantes del saber cibernético.

En el aspecto cognitivo la cibernética ocupa un lugar extremadamente importante, dado que sus métodos abren el acceso a las propiedades integrales (propiedades inherentes al objeto integro, pero que no se encuentran en las partes constitutivas del mismo) de los objetos y fenómenos sometidos a estudio. En la búsqueda de tales propiedades juega un rol preponderante la categoría de "sistema", dado que el propio concepto de sistema es inherente a la totalidad y no puede ser reducido a ninguna de las partes. De aquí que los métodos sistémicos y todos aquellos que se derivan de la Teoría General de los Sistemas sean parte constitutiva del saber cibernético.

Definición: Se entiende por sistema, a un conjunto de elementos interrelacionados para cumplir un fin, que los elementos por separado no podrían cumplir.

A partir de esta definición se puede observar que en el caso de los sistemas el todo es mayor que la suma de las partes, a esa diferencia que se origina entre "todo" y "partes" se le llama sinergia. También es perceptible el hecho de que los sistemas cuentan con una parte tangible, palpable o material constituida al menos, por el conjunto de elementos que lo genera, contando además, con una parte intangible o inmaterial conformada por las interrelaciones que se establecen entre los elementos.

De la propia definición de sistema se deriva además, que la razón de existencia del mismo es el fin o misión que se pretende alcanzar, a propósito del cual los elementos se agrupan e interrelacionan constituyendo así al sistema. De manera que el sistema debe ser capaz de combinar eficientemente su parte tangible con su parte intangible para alcanzar el fin que constituye su razón de existencia.

Es natural aseverar que en la constitución del sistema la parte tangible constituye su "contenido" como categoría filosófica, en tanto que la parte intangible se identifica con la "forma" correspondiente a dicho contenido. Es posible entonces afirmar que la parte tangible del sistema es dinámica, mientras que la parte intangible es relativamente estática. Y que la contradicción dialéctica que se produce entre forma y contenido, o sea entre parte tangible y parte intangible, se revela como fuente de desarrollo de la evolución del sistema en su movimiento hacia el cumplimiento de su misión.

Por analogía con el concepto de cultura formulado de manera privativa para la especie humana (se entiende por cultura a todo el acervo material y espiritual construido por el hombre), se puede formular el concepto de cultura del sistema haciendo referencia a todo el acervo material e inmaterial construido por el sistema con el fin de alcanzar su misión.

Definición: Se llama cultura del sistema al todo holístico conformado por su parte tangible, su parte intangible y las relaciones que se dan entre éstas.

Se podrá también hacer referencia a la cultura tangible y a la cultura intangible del sistema, en correspondencia con su parte tangible e intangible respectivamente. De manera que la cultura del sistema está conformada por la cultura tangible, la cultura intangible y las contradicciones que se establecen entre ambas culturas, imprimiéndole estas últimas contradicciones un carácter dinámico a la cultura del sistema.

Definición: el conjunto de elementos que conforman el sistema, conjuntamente con la obra material heredada, adaptada o elaborada por éste, componen lo que se denomina cultura tangible del sistema.

Definición: el conjunto de cualidades inmateriales que dotan de identidad al sistema, conjuntamente con la red de relaciones que se establecen entre los elementos que lo componen, conforman a la cultura intangible del sistema.

A cada sistema corresponde una determinada cultura y a su vez cada cultura es privativa del sistema que la porta, de ahí que se pueda tomar a la cultura del sistema como su identidad, como aquello que lo distingue, que lo diferencia de los demás sistemas, como aquello que lo identifica.

Definición: se denomina problema a una situación que se da en el contexto o en el interior del propio sistema que este necesita resolver para poder alcanzar su misión y que requiere de transformaciones en la cultura del mismo.

Definición: se denomina inteligencia a la capacidad que tienen los sistemas para resolver los problemas que obstaculizan el cumplimiento de su misión.

Definición: se llama energía del sistema a la capacidad con que éste cuenta para transformar al contexto y/o a sí mismo, en función del cumplimiento de su misión.

Definición: se entiende por desarrollo del sistema al movimiento que éste describe a propósito del cumplimiento de su misión.

Definición: Se llaman representantes del sistema a aquellos elementos o subsistemas que lo conforman y que se encuentran comprometidos con el cumplimiento de su misión.

Se puede afirmar entonces que los representantes deben ser depositarios de la cultura del sistema, lo que revela la existencia de ciertos mecanismos que permiten la difusión de la cultura del sistema hacia sus representantes.

Definición: se llama estructura del sistema a la red de relaciones que componen al mismo.

Definición: se llaman sistemas educadores a aquellos sistemas que transfieren su cultura a los representantes que lo conforman.

Definición: La cibernética educativa es aquella rama de la cibernética que estudia al proceso de preservación, desarrollo y difusión de la identidad o cultura propia de los sistemas educadores.

### **Capítulo I: Aspectos metodológicos.**

#### **Ciencia, Arte, Técnica en la Educación**

La conciencia cuenta, al menos, con tres capacidades básicas esenciales:

- La abstracción, que adquiere concreción a través de los conceptos,
- La abducción manifiesta a través de las imágenes artísticas,
- La síntesis apreciable en el ingenio.

En cualquier acto perceptivo están presentes en mayor o menor medida estos tres componentes de la conciencia. La construcción perceptiva que privilegia al binomio “abstracción - concepto” deviene en lo que hoy se conoce como Ciencia. La dimensión perceptiva protagonizada por el dúo “abducción – imagen artística” induce al Arte, en tanto que la preponderancia del binomio “síntesis - ingenio” genera a lo que hoy se conoce como Técnica. Ninguno de los dominios referidos es “puro” por lo que, en principio, no se puede establecer una línea demarcadora entre ellos, como se ha intentado a lo largo del último milenio de vida de la humanidad.

Ciencia, Arte y técnica son formas básicas de la estructuración de la conciencia irreductibles la una a las otras. Las demás construcciones perceptivas que componen la conciencia, y que además son formas de su existencia, se cimientan y construyen sobre la base de las más diversas combinaciones creativas de las tres capacidades básicas, a saber: ciencia, arte y técnica.

<b>Formas básicas de la conciencia.</b>			
	<b>Ciencia</b>	<b>Arte</b>	<b>Técnica</b>
<b>Célula básica</b>	Concepto: conjunto de Rasgos esenciales de un objeto	Imagen artística: Coherencia atribuida por la conciencia.	Ingenio: Síntesis de cualidades de diferentes objetos para obtener un efecto deseado
<b>Resultado</b>	Necesario	Probable	Concebido
<b>Veracidad</b>	Coherencia lógica	Percepción estética, ética, de armonía.	Eficacia, eficiencia.
<b>Operación</b>	Analizar- deducir	Abducir	Sintetizar

<b>Procesador</b>	Hemisferio izquierdo	Hemisferio derecho	Pensamiento crítico
<b>Método</b>	Lógica	Estética - ética	Cibernética de 2º orden
<b>Cognición</b>	Objeto	Sujeto	Sistema
<b>Percepción</b>	Lo que se repite y es común a múltiples eventos.	Lo distintivo de cada evento y que dota a éste de identidad.	Lo que es posible lograr, cualidades que pueden ser obtenidas a partir de las existentes.

Difícilmente se pueda justificar que alguna de estas formas básicas de la conciencia sea superior o más importante que las restantes. Es importante reconocer, además, la diferencia existente entre la forma de conciencia llamada “ciencia” y el feudo de conocimientos bautizado bajo ese mismo nombre.

La paradoja “todo se repite, y a la vez nada se repite” y la necesidad de transformar y adecuarse a las cambiantes condiciones contextuales obligó al cerebro a estratificarse en dos hemisferios funcionalmente asimétricos. Uno de ellos, el hemisferio izquierdo, capaz de percibir lo que se repite, de ignorar las diferencias y por consiguiente abstracto y conceptual. El otro incapaz de ignorar los detalles, orientándose a la identificación de los objetos, y muy capacitado para denotar lo cambiante, descubriendo su coherencia a través de procesos abductivos e imágenes artísticas. El percibir el mundo por una vía y/u otra, no es suficiente, pues hay que transformar a éste y autotransformarse para adecuarse a él, ser eficientes y obtener los fines deseados. Para ello se hace necesario considerar las percepciones provistas por ambos hemisferios sobre el contexto y sobre sí mismos, haciendo combinaciones ingeniosas de las propiedades del universo de objetos al alcance para satisfacer las necesidades adaptativas de cada sistema.

Cada hombre tiene su propia percepción de lo regular, de lo que se repite cíclicamente, cuenta con una diversidad de conceptos producto de sus propias abstracciones, que conforman lo que se puede llamar su ciencia particular, su “ciencia propia”. De igual manera a cada hombre le es inherente un “arte propio” y una “técnica también propia”.

Es de destacar que cuando el hombre se integra en sistemas culturales se fraguan estructuras propias de las percepciones científicas, artísticas y técnicas propias de los hombres que conforman dicho sistema cultural, surgiendo así las estructuras científicas, artísticas y técnicas que caracterizan e identifican a las diferentes culturas.

Ciencia, arte y técnica no son patrimonio exclusivo de científicos, artistas e ingenieros respectivamente, sino que son componentes esenciales de la conciencia de cada hombre, reflejadas en la actividad permanente de sus hemisferios cerebrales.

La educación como proceso debe ser reorientada, no se trata de llenar a los alumnos de concepciones ortodoxas propias de las culturas comunitarias y/o dominantes. Hay que operar

sobre las concepciones científicas, artísticas y técnicas de cada estudiante, aceptando definitivamente su diversidad cultural. De ahí las posiciones constructivistas y la, tan hoy en boga, “Escuela Integradora o de la Diversidad Cultural” Por igual sendero transita la concepción de “las inteligencias múltiples”, etc., etc., etc.

La ciencia, arte y técnica objetos del proceso educativo no deben venir de arriba, deben emerger del mismo seno del proceso, venir de abajo como ocurre con los demás componentes del proceso educativo, cuya planificación se da por derivación, en tanto que el proceso real se da por integración.

Cada maestro, en el ejercicio de su profesión, se enfrenta a los más disímiles problemas. A través de la resolución de los mismos, el maestro va creando la percepción científica, artística y técnica de la docencia que conforma su experiencia, ingrediente fundamental de la maestría pedagógica que exhiben muchos maestros.

La comunidad de maestros genera así una experiencia sistematizada, un tanto objetiva al ser compartida por la comunidad, un tanto verificable a partir de la eficacia manifiesta en la solución a los problemas resueltos, dando como resultado algo muy parecido a una ciencia de la educación. No obstante, sobre esta perspectiva surge espontáneamente el conflicto de estudiar, a través de métodos científicos, y por consiguiente objetivos y verificables, a un proceso tan subjetivo e inconmensurable como lo es el proceso educativo.

Lamentablemente el arte y la técnica no han contado con los mismos privilegios de la ciencia en la educación. Si se pudieran sistematizar los resultados aportados a través de la abducción – imagen artística y/o por la síntesis – ingenio de la comunidad educativa, considerando su más o menos objetividad, desarrollo armónico, percepción ético-estética, eficiencia y eficacia, se obtendría finalmente un arte y una técnica propias de la educación.

Lamentablemente no existe una ortodoxia del arte y de la técnica, pero incluso si existiera, nadie que “ame” a la educación estaría interesado en “devaluarla” mostrando su carácter artístico y/o técnico en una sociedad que sólo venera al conocimiento científico ortodoxo.

El legado aristotélico del que es depositaria la civilización occidental ha eclipsado a los no menos importantes aportes de Platón, quién abogó, a través de sus “Diálogos Platónicos” por un equilibrio entre las diversas formas de la conciencia, en lugar de una absolutización del pensamiento lógico-científico.

Es oportuno considerar el camino que indica la naturaleza para salir de una situación tan compleja como la relación ciencia – arte – técnica. Como se puede observar en la estructura del cerebro, no se trata de separar al conocimiento producido por el hemisferio izquierdo (supuestamente verdadero) del generado por el hemisferio derecho (supuestamente falso o pseudo-científico). Se trata de buscar una percepción integral, holística exenta de cualquier acto de segregación.

Existe una marcada diferencia entre encontrar soluciones a un problema y resolverlo, puede ocurrir, y de hecho ocurre, que la solución lógico-científica a un determinado problema, se

contraponga a las concepciones religiosas de la comunidad en que se da dicho problema, lo mismo puede ocurrir con la moral, economía, justicia o cualquier otra forma de la conciencia. El camino que ha de llevar al hombre a soluciones reales a los problemas que lo aquejan, tendrá que lograrse a través de la perspectiva que ofrece el “pensamiento complejo” como integración de todas las formas de la conciencia.

Las soluciones a los problemas reales que afectan al hombre y a la humanidad son; ante todo; soluciones, y por consiguientes verdades, culturales. Es una utopía seguir enfocándose hacia la búsqueda de soluciones puramente objetivas en lo individual o aculturales en lo social.

### **LA PERCEPCIÓN.**

Percepción es reflejo en la conciencia de los objetos y fenómenos sometidos a la observación. Es un producto de la conciencia en su interacción con la realidad. La dinamización de su desarrollo es impulsada por la contradicción entre realidad objetiva y realidad subjetiva, que apunta directamente a ¿cuán coincidente es la una con la otra?

La percepción se realiza a través de imágenes artísticas, las cuales dotan de coherencia al reflejo en la conciencia de los objetos sometidos a observación. Las imágenes artísticas, tal como sugiere la creación de que ha sido objeto el ser humano, pueden adoptar las siguientes vías:

☐ Coherencia lógica (propia del modo “I”, hemisferio izquierdo: coherencia con relación a conceptos, juicios, razonamientos, leyes, teorías y paradigmas preexistentes),

☐ Coherencia artística (propia del modo “D”, hemisferio derecho: coherencia sobre la base de la estética, la armonía y toda percepción global del objeto que incluye a la imaginación, la fantasía, la intuición, etc.) y

☐ Coherencia cibernética (propia de la contradicción dialéctica modo “D” – modo “I”: coherencia sobre la base de la acción transformadora sobre el medio, otros sujetos y sobre sí mismo, esta incluye a la relación entre señal de entrada y señal de salida)

A través de la percepción se puede ir desde un reflejo deformado de la realidad, hasta el descubrimiento de aspectos y dimensiones no perceptibles por otras vías cognitivas. La triangulación: lógica – arte – cibernética disminuye el riesgo de deformaciones en el reflejo que se ofrece a través de la percepción.

### **Ciencia-arte-técnica en la educación**

Existe una opinión bastante generalizada en la comunidad educativa, y más allá de ésta, tendiente a considerar que tanto la didáctica, como la pedagogía y/o toda disciplina “seria” que se ocupe del estudio de la educación, han de tener un carácter científico. Esta perspectiva no es de asombrar, pues vivimos en una civilización en que predomina una peligrosa tendencia hacia el racionalismo, con la consecuente marginación y discriminación a perspectivas tan importantes como las relacionadas con la técnica y con el arte, las transformaciones y los sentimientos.

La abstracción, validación y objetividad son entre otras, características que dan identidad al conocimiento científico. Pero no todo es “color de rosa” cuando se aborda el complejísimo problema de la educación: la abstracción por su parte, lleva al investigador con extraordinaria frecuencia a resultados reduccionistas peligrosamente alejados de las realidades educativas, al no considerar aspectos que resultan ser medulares en cualquier descripción aceptable del proceso.

La verificación de los resultados obtenidos, en la actualidad devenida en “validación” dados los agudos problemas filosóficos que gravitan alrededor de la categoría “verdad” incluso para las ciencias fácticas o experimentales, asume un elevadísimo reto al tratar de temas relacionados con la educación, dado su carácter complejo, bajo un absoluto predominio de la incertidumbre, la no linealidad, la irreversibilidad y la no repetitibilidad de los fenómenos y procesos propios de la educación.

La objetividad (independencia de los elementos subjetivos) tan preciada por la construcción del conocimiento científico, induce un proceso recurrente de deshumanización de todo cuanto sabe el hombre. En dicho proceso se puede observar cómo conocimientos que surgieron en los más disímiles contextos, con determinadas creencias religiosas, bajo la égida de reglas morales, estructuras económicas, concepciones filosóficas, luchas políticas, desarrollo tecnológico y percepciones artísticas muy específicas. Son despojados de este influjo subjetivo tan propio del ser humano, en aras de la objetividad. La interrogante que surge de forma espontánea y natural es: ¿cómo educar al hombre, cómo transformar sus sentimientos y hacerlo depositario de los más preciados valores humanos, desde una perspectiva despojada de todo aquello que dignifica, ennoblece e identifica al hombre?

### **El arte de la educación**

La toma de decisiones que realiza el hombre en condiciones de incertidumbre, indeterminación o infinitud no puede ser sustentada a través de estructuras o métodos lógicos, pues los resultados a que estos arriban deberán ser precisos, exactos y necesarios. Estas circunstancias privan al modo “I” (modo de procesar la información el hemisferio izquierdo) de la capacidad para participar de forma determinante en la toma de decisiones, pues la vida raramente brinda la posibilidad de que éstas se realicen en condiciones de total información, certidumbre y/o inusual certeza. Sobre el modo “D” (hemisferio derecho) recae pues, la gran responsabilidad de tomar las decisiones que haga que el sistema se preserve, desarrolle y difunda sostenida y permanentemente.

Si bien en la lógica clásica se entiende por “inducción” al método que permite pasar de lo particular a lo general, y como “deducción” al proceso contrario. En la lógica moderna se entiende como “inducción” a aquellos métodos que arrojan resultados probables, en tanto que la deducción representa a aquellos métodos que dan como resultado eventos necesarios. Es evidente que la inducción sigue siendo, en la lógica moderna, atributo predominante del modo “D”, en tanto que la deducción es distintiva del modo “I”.

Toda decisión parte de un hecho o información que actúa como señal de entrada (por lo general encubierta por algún problema), un proceso de procesamiento de esa señal de entrada que

implica una predisposición o vivencia que involucra a una complicada red de enlaces inversos tanto positivos como negativos y finalmente un comportamiento o señal de salida. De manera que a toda decisión le es inherente: un problema, una predisposición o vivencia y un comportamiento, todo bajo la égida flexible del modo "D"

Ante un determinado problema, existen infinitud de posibles comportamientos de los cuales sólo un número reducido permite dar solución al problema planteado, la probabilidad de que se llegue a esta solución por vía de prueba y error es nula, de manera que sólo mediante la aplicación de inteligencia le es posible a cada sistema, el encontrar las soluciones a sus problemas. Pero, como ya habíamos visto con anterioridad, al modo "I", en principio, le es imposible mediar con lo indeterminado, lo infinito o con la incertidumbre, de manera que ese acto de inteligencia, necesario para dar solución a la enorme mayoría de los problemas que se anteponen en nuestro camino, será necesariamente resultado de la actividad preponderante del modo "D".

Todo cuanto observamos en la vida se nos presenta como un conjunto infinito y/o indeterminado de hechos separados que cuentan con una enorme multiplicidad de posibles sentidos, tendencias, interpretaciones, etc. La imagen artística (estructura funcional básica del modo "D") es el vehículo que nos permite imprimir coherencia a tales observaciones.

La imagen artística da como resultado un reflejo o modelo de los disímiles objetos y fenómenos sometidos a observación, atribuyéndole el sentido, la coherencia e incluso la esencialidad que tal vez no tengan. La relación fenomenológica que se establece entre el reflejo producto de la imagen artística y los objetos sometidos a la observación es percibida por el hombre como "una analogía de apariencias".

Podría decirse que para el hombre toda posibilidad de encontrar coherencia en los hechos observables se presenta como una apariencia, lo que puede considerarse natural, si se tiene en cuenta que su vehículo de reflejo es la imagen artística. La apariencia manifiesta como imagen artística implica una operación de identificación de semejanzas y diferencia con respecto a lo que se puede ver, pensar o imaginar.

La imagen artística refleja al objeto a través de una, o varias cualidades, comunes entre imagen y objeto. Los objetos cuentan con infinidad de cualidades, algunas de ellas son elegidas por nuestra conciencia para representar o modelar al objeto, conformándose así la imagen artística.

La imagen artística revela una existencia anterior (describe o incluye lo observado), una existencia como posibilidad (capacidad de predicción), en la medida en que es precedida por su existencia en la mente de su creador. Pero es una posibilidad que cobra vida independiente por ser abrazada por la colectividad, que en cuanto imagen resulta autónoma, en cuanto potencialmente posible.

El científico utiliza la imagen artística como vehículo para calar en los objetos sometidos a la observación, percibiendo nuevas cualidades que a su vez le remiten a nuevas imágenes, las cuales a su vez le permiten revelar nuevas regularidades, leyes, teorías y paradigmas.

La imagen artística es, efectivamente, un constructo puramente virtual. Su importancia en el arte reside en el hecho de que no se orienta hacia la búsqueda de propiedades tangibles de los objetos, sino que a través de ella se revela pasado, presente y futuro del hecho que le da origen a la misma incursionándose en su especificidad multisémica.

Toda obra científica denota una analogía con la propia construcción heurística que deviene de la visión e intencionalidad del científico. Es como si sobre toda indeterminación posible, esta “analogía de apariencias” permitiera determinar elementos potencialmente significativos. En esta última afirmación se torna redundante el hecho de que las analogías y apariencias a que se ha hecho referencia, ya de hecho contienen aquello que a juicio y percepción del investigador resulta significativo.

Todos los objetos de la naturaleza tienen cualidades comunes y cualidades que los diferencian, es sólo respecto a nuestros sentidos y necesidades que una semejanza cuenta más que otra. La imagen artística representa la aprehensión de un sentido cuya naturaleza es constantemente recreada, ya sea en la realización de la obra o en su apreciación. En términos cognitivos el hecho artístico sólo es posible como inferencia abductiva y sólo puede dirigirse para aquello que se identifica como vivencia.

Hay distintos grados de subjetividad de las imágenes artísticas: El hecho de que la conciencia cuente con un registro de patrones que identifican a los objetos que con mayor frecuencia ella refleja, implica una economía y automatización de la actividad cognitiva que desarrolla la conciencia. Cuando los objetos sometidos a la observación poseen rasgos muy cercanos a los rasgos contenidos en alguno de los patrones registrados en la conciencia, espontáneamente ésta los identifica con dichos patrones y consecuentemente les atribuye parte de sus propiedades.

Cuando la percepción de los objetos se aleja de los registros contenidos en la conciencia, pues ésta se ve obligada a concebir nuevos patrones, echándose a andar un complicado proceso de generación de la imagen artística, donde intervienen las cualidades más prominentes del Modo “D”. La concepción de la imagen artística proviene de la síntesis de todas las formas de existencia de la conciencia, donde no se privilegia a ninguna de éstas, aunque es de reconocer que cada forma de existencia de la conciencia cuenta con sus propios patrones.

Los registros con que cuentan las conciencias individuales, adquieren un grado jerárquicamente superior cuando se concilian socialmente, pasando a ser registros de las formas de existencia de la conciencia social. La relación conciencias individuales – conciencia social, pasa por las relaciones y contradicciones filosóficas del “todo y las partes” Más allá del término “social” resulta más abarcador y flexible la categoría “sistémico”, la cual cuenta, además, con mayor aplicabilidad.

### **La técnica en la educación**

Como se ha visto con anterioridad, la célula básica del saber técnico lo constituye el “ingenio”, o sea la capacidad de sintetizar cualidades de diferentes objetos para obtener un resultado esperado. El método que soporta a la técnica está constituido, en lo fundamental, por lo que hoy

se conoce como Cibernética de Segundo Orden, con una marcada orientación hacia la búsqueda de las propiedades integrales de los objetos, y cuyo criterio de veracidad lo constituye la búsqueda de la eficiencia y la eficacia.

La Cibernética de la Educación, introducida en la comunidad educativa internacional por el autor de este trabajo, representa una genuina aproximación a la técnica de la educación desde la perspectiva metodológica.

### **En búsqueda de la lógica de la educación.**

La lógica constituye el soporte fundamental de construcción del conocimiento científico. Sin embargo la rigidez de la lógica clásica ha obstaculizado su aplicación más allá de las ciencias fácticas. Las ciencias de la educación particularmente, y las ciencias humanísticas en lo general, no han contado con un soporte lógico que rijan su estructuración, por lo que se han caracterizado por: inconsistencia interna, subjetividad extrema y carácter especulativo lo que le ha concedido el calificativo de “ciencias blandas”.

El proceso de matematización del saber no sólo ha caracterizado a la construcción del saber científico en los últimos siglos, sino que en el presente ha adquirido nuevos matices. Las concepciones determinísticas físico – matemáticas, en las que conociendo las condiciones iniciales de un proceso o fenómeno, se pretendía conocer su trayectoria exacta dentro de un determinado espacio de fases, o estados posibles a ocupar por el objeto investigado, a través de una ecuación diferencial causal han cedido ante una visión no tanto exacta, como probabilística.

El ambiente determinístico fue llevado a su máxima expresión en la obra de Isaac Newton, quien inmerso en la euforia mecanicista proclamó “denme un método capaz de resolver todas las ecuaciones diferenciales y les diré hasta donde queda el último punto del universo”

Sin lugar a dudas el Principio de incertidumbre de Heisenberg inicialmente y más tarde la Teoría de Relatividad aceptaron un duro golpe a las pretensiones mecánico – determinísticas prevalecientes en los siglos XVIII, XIX y XX.

La física, convertida en la ciencia natural más desarrollada según el criterio que asevera que “el desarrollo de cualquier ciencia se puede medir por su grado de matematización” y que había mostrado que el proceso de matematización sigue el derrotero: estadística - probabilidades - matemáticas puras; comenzó a devolverse repentinamente sobre sus propios pasos al admitir la incertidumbre en su seno.

La matemática por su parte se vio obligada a reconsiderar sus concepciones básicas, tal vez por sus exigencias internas (la crisis de la teoría de conjuntos), tal vez por los inesperados giros de la física, tal vez por la rigidez de sus modelos para explicar y describir una amplia gama de procesos y fenómenos naturales o tal vez por la ineptitud de sus métodos para incursionar en la construcción de las ciencias sociales y humanísticas más allá de la estadística.

Lo cierto es que la Teoría de Conjuntos recibió un halo de flexibilidad y animación, a través de la introducción del concepto de conjunto difuso, introducido por Lofti Zadeh en 1965, cuyas fronteras resultaron ser borrosas, en lugar de perfectamente definidas como había sido hasta entonces tradicional. Problemas tales como: ¿Cuántos granos de arena hay que quitar a un montón para que deje de serlo? O ¿Cómo definir el conjunto de los hombres altos? Dieron sentido a tales concepciones.

La Teoría de Conjuntos Difusos fue el precedente más significativo para la consolidación y formalización de la Lógica Difusa, Borrosa o Fuzzy. En esta ocasión resultó ser la lógica quien recibiera un influjo de flexibilidad y acercamiento al pensamiento humano, abriéndose así la posibilidad de hacer realidad el sueño largamente acariciado de brindar un soporte lógico, coherente y sistematizado al saber socio – humanístico.

### **Introducción a la Lógica Difusa en la educación**

Uno de los **propósitos básicos** de este trabajo consiste en concebir vías metodológicas que permitan soportar lógicamente muchos de los resultados alcanzados en las ciencias de la educación, eventualmente alguno de los preceptos educativos vigentes pudieran resultar criticados, en tanto que por otro lado aplicando principios lógicos se hace posible la obtención de nuevas regularidades y leyes que pudieran cambiar la visión que actualmente se tiene de la educación.

El carácter eminentemente social del ser humano, permite considerar que éste adquiere su formación inmerso en el seno de una compleja red de sistemas educadores hospederos con los cuales el hombre establece relaciones de pertenencia. Es aceptado por la gran mayoría de los investigadores y expertos de la educación que la misión fundamental de los sistemas educadores consiste en preservar, desarrollar y difundir la cultura propia del sistema.

Sin embargo esta propia misión del sistema educador se torna contradictoria y rebasa los dominios de la lógica clásica, pues en el plano lógico tradicional es una proposición falsa.

Veamos: Para alcanzar la misión del sistema educador se hace necesario (preservar la cultura) “y” (desarrollar la cultura) “y” (difundir la cultura). Si se consideran los dos primeros paréntesis se hace evidente que es imposible (o más bien lógicamente falso en el sentido tradicional) el acto de preservar y al mismo tiempo desarrollar. En tal caso la lógica clásica se declara incompetente, sin embargo la Lógica Difusa, en la que las verdades no son absolutamente ciertas, sino gradadas al igual que el concepto de lo falso, permite una lectura diferente a la misión de los sistemas educadores. En realidad lo que se describe apunta a un equilibrio dinámico entre los elementos culturales que se preservan y los elementos que son transformados en aras del desarrollo. De manera que hay un acto gradual de preservación y simultáneamente un proceso gradual de desarrollo. La misión de los sistemas educadores, falsa o imposible desde la perspectiva de la lógica clásica, se torna coherente desde una lectura lógico – difusa.

## PERSPECTIVA MONOPARADIGMÁTICA V/S LÓGICA DIFUSA

Los paradigmas son sistemas de ideas cuyas estructuras no sólo gobiernan importantes sectores del pensamiento de toda una comunidad, sino que también determinan su percepción de los objetos y fenómenos circundantes e incluso establecen los criterios para evaluar y valorar los comportamientos humanos. Definitivamente hay que admitir que el hombre piensa a través de paradigmas por un lado, y por otro que el mundo, la realidad y la vida se resisten a ser adoctrinados.

Durante más de 25 siglos el saber científico se ha soportado sobre una estructura lógico formal donde subyacen los Principios “Del tercero excluido” y “De no contradicción”. El primero asevera que una proposición o es verdadera o es falsa, se excluye una tercera alternativa. El Principio de la no contradicción postula que una proposición no puede ser verdadera y falsa simultáneamente.

La historia de la educación se puede describir a través de una sucesión cronológica de paradigmas que han regido a ésta en las correspondientes épocas. En realidad el carácter no experimental de la educación, las escasas posibilidades de mediciones fiables, la supremacía de elementos subjetivos sobre la objetividad y la extraordinaria complejidad de los seres humanos; hacen poco menos que imposible el poder valorar objetivamente la eficacia e idoneidad de un determinado paradigma en un determinado contexto socio cultural. A esta situación hay que agregar que en la actualidad el conocimiento envejece a tal velocidad que los paradigmas son sustituidos antes de ser evaluados y que los nuevos que se implantan, tampoco cuentan con una validación adecuada.

Si por ejemplo, se centra la atención en el conductismo como paradigma educativo, se puede observar que el poco énfasis en la actividad del sujeto que aprende convirtió a este paradigma en obsoleto cediendo el paso al constructivismo, cuyo énfasis se pone en el aprendizaje, relegando a un segundo plano a la enseñanza. En tal caso cada uno de estos paradigmas constituye la negación del otro, y por consiguiente, según el “Principio de no contradicción” no pueden ser conductismo y constructivismo verdaderos simultáneamente, de manera que desde la perspectiva lógico formal, se impone el considerar a uno de ellos como verdadero y al otro como falso.

La lógica difusa advierte sobre un potencial grave error en las concepciones educativas actuales, ya que pueden ser verdaderas una teoría y su negación simultáneamente. Ya la matemática siguió tal derrotero al enfrentar a la geometría euclidiana y la geometría no euclidiana; la física tuvo igual experiencia con la Mecánica de Newton y la Mecánica cuántica, por sólo poner algunos ejemplos.

Afortunadamente los maestros en las aulas no han caído en la trampa de la lógica formal, a la que se aferran los teóricos y expertos de la educación. Ningún maestro real puede ser constructivista puro, sin etapas conductistas ni viceversa. Es hora de que los teóricos de la educación asimilemos la enseñanza de la física y la matemática; y admitamos que existe una lógica, fuera del eclecticismo, que sustenta y da coherencia a tales posiciones: La lógica Difusa, Borrosa o Fuzzy. Cada paradigma de la educación alcanza un determinado grado de certeza bajo ciertas condiciones psicológicas, sociológicas y/o contextuales.

## LÓGICA DIFUSA APLICADA AL ESTUDIO CIBERNÉTICO DE LA EDUCACIÓN.

Entre las ramas principales de la cibernética se encuentra la teoría de sistemas, los métodos genéticos, la teoría de información y lo relacionado con la toma de decisiones entre otras. El estudio de la educación a través de la teoría de sistemas y los métodos genéticos ha sido bastante desarrollado en las distintas publicaciones que componen a la “cibernética de la educación” En la presente propuesta se presta especial atención al estudio de la educación desde la perspectiva de la Teoría de Información y la Toma de Decisiones. Para ello se hace necesario centrar la atención en el sujeto protagonista del proceso de aprendizaje, el alumno. No obstante se debe destacar que la identidad de cada estudiante se encuentra indisolublemente ligada a los sistemas hospederos con los cuales el alumno ha establecido relaciones de pertenencia.

La capacidad para resolver problemas del sujeto se denomina inteligencia y esta no sólo incluye la capacidad para concebir el comportamiento adecuado, sino la capacidad para llevarlo a cabo, o sea realizarlo. Bajo el esquema **Señal de entrada – Procesador – Señal de salida**, sin lugar a dudas la inteligencia ha de estar asociada al procesador de la información, en tanto que el comportamiento resultante lo será a la señal de salida.

Si se considera la complejidad extrema interna del procesador, se torna recomendable utilizar el método de la “caja negra” y estudiar al sujeto a través de la relación directa entre la señal de entrada y la señal de salida, lo que en cibernética recibe el nombre de enlace directo. Desde esta perspectiva la dificultad para acceder al interior del sujeto induce la necesidad de estudiar a éste a través de su conducta, lo que devino en la psicología, filosofía y pedagogía como conductismo, donde se presta especial importancia a la emisión de la señal de entrada y su influencia sobre la señal de salida, relegando a un segundo plano al sujeto que se apropia de la información. En términos pedagógicos esta perspectiva confiere importancia absoluta en la enseñanza, discriminando significativamente al proceso de aprendizaje.

El desarrollo actual de la cibernética y particularmente de la cibernética de la educación, permite penetrar en la complejidad del sujeto o procesador de la información, lo que permite crear el soporte cibernético necesario para sustentar a las más actuales teorías sobre la educación, como el constructivismo, el aprendizaje significativo, las inteligencias múltiples, etc.

Es oportuno señalar que cada sujeto aprende de sus propias experiencias, o sea que evalúa de alguna manera la efectividad de los comportamientos asumidos antes un determinado tipo de señal de entrada. En el plano cibernético esto advierte sobre una influencia inversa que va de la señal de salida sobre el procesador de la información o sujeto. Esto no es nuevo en la cibernética, y de hecho se debe señalar que dicha influencia recibe el nombre de enlace inverso, e incluso se debe agregar que existen los llamados enlaces inversos positivos, haciendo referencia a que ocasionalmente la experiencia acumulada por el sujeto alerta sobre la importancia de prestar especial atención a un tipo determinado de señal de entrada, en tanto que en otras ocasiones el sujeto, a través de su experiencia, resta importancia a una clase de señal de entrada, lo que se conceptualiza en la cibernética como enlace inverso negativo.

Sin lugar a dudas la perspectiva que se abre mediante esta investigación sustenta cibernéticamente al constructivismo entre otras teorías modernas, que insisten en considerar de forma significativa a la construcción por parte del sujeto de su propia experiencia, “nadie aprende con experiencia ajena”

Si se utiliza la fórmula de Shannon para medir la cantidad de información (I) que ingresa a un sujeto, cuando ocurre un evento “A”:

$$I = \ln(1/P(A))$$

En este caso se hace necesario destacar que aquellos que enfatizan en que el desarrollo de cualquier ciencia se puede medir por su grado de matematización, consideran que dicho proceso se realiza de la siguiente manera:

1. Cuando no se tiene idea de la frecuencia de aparición de una determinada regularidad, se aplica la estadística como primer paso hacia la matematización.
2. Cuando ya se tiene conocimiento de la frecuencia de aparición de dicha regularidad, se puede pasar a un grado de matematización más profundo y aplicar la Teoría de Probabilidades.
3. Sólo, cuando se tiene conocimiento exacto de la frecuencia de aparición de una determinada regularidad, se hace loable la aplicación de las matemáticas clásicas.

La fórmula de Shannon se ubica en el segundo paso del proceso de matematización del saber, esto indica que el sujeto debe tener una determinada experiencia sobre un determinado acontecimiento o regularidad para apropiarse de una nueva información referente a dicho acontecimiento o regularidad, esto explica la concepción asociada a la “zona de desarrollo próximo” introducida por Vigostky para la apropiación de los nuevos conocimientos por parte del estudiante.

Es importante prestar atención a que sí se asume como misión de la educación al proceso de preservar, desarrollar y difundir la cultura, entonces nos encontramos con la interrogante de la relación entre “preservar” y “desarrollar”. Para que esta expresión o proposición sea cierta desde la perspectiva de la lógica clásica, se requiere que sean verdaderas las proposiciones de preservar y desarrollar la cultura, simultáneamente. Pero como se podrá comprender las categorías preservar y desarrollar son opuestas entre sí, de manera que si se desarrolla no se preserva y si se preserva no se desarrolla. Esta expresión sólo podrá ser entendida desde la perspectiva de la Lógica Difusa o Borrosa, o sea que la preservación es cierta en una determinada medida, en tanto que el desarrollo lo será de la misma manera.

Regresando ahora a la relación **Señal de entrada – Procesador – Señal de salida** y considerando los enlaces inversos, a sea la influencia de la señal de salida sobre el procesador, se debe considerar que a pesar de que cada sujeto se conecta con el mundo exterior a través de los órganos de los sentidos, el reflejo que se obtiene en su conciencia es deformada por la experiencia

acumulada por dicho sujeto. *“El hombre mira con los ojos, pero ve con la mente”, “oye con los oídos, escucha con la mente, con la conciencia”*. Si en la educación se transfiere “el centro de gravedad” de la enseñanza al aprendizaje, entonces habrá que prestar más atención al reflejo que se produce en el sujeto. Las diferentes formas de existencias de la conciencia, sin lugar a dudas juegan un papel fundamental en el reflejo que se produce en el sujeto a partir del mundo circundante.

A través de los enlaces inversos el sujeto va creando su propio mundo, un reflejo determinado de la realidad que lo rodea. Los comportamientos acumulados en la vida del sujeto, una vez evaluados y ponderados, conforman una clase de patrones que permiten que el sujeto responda a señales que ingresan al sistema sin la necesidad de ser procesadas nuevamente. Según Shannon, para que ingrese información nueva al sujeto, y por consiguiente para que éste modifique su cultura tangible o intangible, esta información debe pertenecer a la zona borrosa que media entre las señales conocidas y las señales que jamás hayan sido procesadas.

El principio de incertidumbre de Heisenberg inicialmente y la Teoría de Relatividad más tarde concedieron un importante lugar a la incertidumbre en sectores del conocimiento de donde se había desterrado anteriormente por el reduccionismo y el determinismo mecánico, y con ello se contaminó a todo el saber científico natural. Esta es una razón más que suficiente para considerar que el sujeto o procesador de la relación señal de entrada – procesador – señal de salida, debe ser considerado como un motor difuso, donde las proposiciones en lugar de ser absolutamente ciertas o absolutamente falsas, pasan a ser verdades gradadas con un determinado peso, albergando de una manera significativa a la incertidumbre, el caos y la irregularidad.

## **Capítulo II: Construyendo la Cibernética de la Educación**

### **El pensamiento sistémico:**

Si se concibe al “pensamiento sistémico” como la actividad realizada por la conciencia con el fin de comprender el funcionamiento de un sistema y resolver problemas relacionados con sus propiedades emergentes, se arribará inexorablemente a la conclusión de que éste ha acompañado al hombre a lo largo de toda su existencia en su afán de sobrevivir, desarrollarse y adaptarse a las cambiantes condiciones contextuales. La simple caza primitiva e incluso el inicio de las relaciones sociales, exigieron de un pensamiento capaz de percibir, interpretar y tomar decisiones considerando las propiedades emergentes de sistemas que cada vez se irían complejizando. Como afirma la Dialéctica en la realidad todos los eventos, procesos y fenómenos están universalmente conectados, de manera que es imposible una percepción precisa de la realidad prescindiendo del pensamiento sistémico, o más bien del pensamiento natural y espontáneo.

Dentro de la Teoría Cualitativa de las Ecuaciones Diferenciales se trata el tema de las funciones, y soluciones, casi-periódicas (ver González M. 1979). En esta temática resulta importante destacar tres aspectos fundamentales:

- El concepto de función casi-periódica surge por dos motivos fundamentales: Primero por las insuficiencias matemáticas del conjunto de las funciones periódicas, al no ser un conjunto cerrado ni siquiera con respecto a la suma. Segundo porque los procesos y fenómenos reales están lejos de comportarse con la exactitud de las funciones periódicas, por lo que para obtener modelos matemáticos más flexibles y precisos que describan la realidad, se hizo necesario introducir a la noción de funciones casi-periódicas.
- Los movimientos casi-periódicos son los grandes “depredadores del movimiento” o sea que los demás tipos de movimiento a la larga son atraídos por éstos, de ahí que se les conozca también como atractores o ciclos límites. Esto sustenta y justifica, además, el hecho de que mayoría de los fenómenos y eventos que ocurren en la naturaleza sean de carácter cíclico o casi-periódico.
- La casi-periodicidad significa que a la mayoría de los procesos y fenómenos reales les son inherentes dos aspectos excluyentes entre sí: Por un lado hay algo propio del objeto que permanentemente se repite. Pero por otro lado nunca el proceso se repite de la misma forma, siempre hay algo irreplicable que lo distingue. “Todo en la vida es cíclico, pero... nadie se baña dos veces en el mismo río”

El estudio del cerebro, a través de la actividad del hemisferio izquierdo (con una orientación hacia lo que se repite, hacia lo lógico y lo cuantitativo) y derecho (orientado hacia lo emergente, hacia lo intuitivo y lo cualitativo), indica que se hace necesario considerar la contradicción dialéctica que se da entre lógica e intuición, entre ciencia y arte, tanto en el sentido social, como en el individual. Teniendo en cuenta que tanto ciencia, como arte permiten al hombre conocer a la realidad que lo rodea, queda sin cobertura la necesidad humana, y de todo sistema viviente, de tomar decisiones, de transformar y cambiar tanto al contexto, como a sí mismos. Es por ello que se arriba a la conclusión de considerar a la técnica como elemento dinamizador de la contradicción ciencia – arte. De esta manera se corrobora el principio moriniano de la “Unidad en la Diversidad” como vía para acceder al pensamiento complejo, pero esta vez a través de la síntesis de Ciencia, Arte y Técnica; y no mediante una síntesis interna de la ciencia.

Los aportes de la filosofía al estudio de la conciencia han revelado al menos nueve de sus formas de existencia: La ciencia, el arte, la técnica, la política, la moral, la economía, la religión, la filosofía y la justicia constituyen formas de existencia de la conciencia, tanto social, como individual.

Entre las propuestas que se defienden en este trabajo se debe destacar que:

- El contenido del proceso educativo deberá diversificarse, por lo que ha de estar constituido por la cultura en lugar de los conocimientos,
- El método inherente al proceso educativo deberá diversificarse al incluir y considerar a los métodos tanto de la técnica, como del arte, en lugar del puro método propio de la ciencia.
- Y finalmente, el objetivo deberá también ser diversificado e ir, metodológicamente, más allá de la instrucción, para llegar hasta la ansiada meta de la educación.

Si en un proceso, en este caso el proceso educativo, se transforma al contenido, el objetivo y el método, entonces se está en presencia de una reestructuración y no una simple reforma. Describir la necesidad y los fundamentos de esta revolución en la educación es el objetivo de esta obra.

### **Razón de existencia de los sistemas educadores.**

Aun desconociendo la misión o finalidad que induce la existencia del sistema, se pueden precisar algunos aspectos que intervienen en su configuración. Por ejemplo: cualquiera sea la misión del sistema, lo primero que éste debe garantizar es su propia existencia, lo que es equivalente a preservar y desarrollar su identidad, o sea su cultura. De manera que si ésta no fuera su misión definitiva, al menos sería parte de ella.

Según García J. D. Cualquier sistema material es homeostático, aunque sea brevemente, y busca mantener una estructura específica... Mientras menor sea la entropía (grado de desorden) de un sistema, mayor será su estabilidad y durante más tiempo mantendrá su estructura actual... La vida busca mantener una estructura dinámica y evolutiva, mientras la materia busca mantener una estructura estática... La vida tiene que mantener la estabilidad de un sistema mucho más complejo... Mientras más compleja es la estructura de la materia, se necesita más inteligencia para mantener su estructura e impedir que aumente la entropía...

El carácter trascendente del sistema respecto a los elementos que lo conforman imprime una relativa independencia entre el sistema y elementos a tal punto que éstos últimos pudieran desaparecer o ser reemplazados y no por ello dejaría de existir el sistema. O sea que los elementos o representantes del sistema constituyen su forma espacio – temporal de existencia.

El comprometimiento de los representantes del sistema con la misión del mismo se convierte entonces en condición necesaria para que el sistema pueda cumplir con su misión. En una primera aproximación podemos admitir que “la misión de un sistema es preservar, desarrollar y difundir su cultura”

Como se puede apreciar dentro de la misión del sistema formulada, se encuentra la contradicción entre preservar y desarrollar, resultando una cultura propia y distintiva del sistema; esta contradicción se desarrolla en la relación del sistema con el contexto, manifestándose además en el proceso de difusión, dado que se establece una contradicción entre la cultura propia del sujeto que difunde y la cultura del sistema hacia el cual se realiza la difusión.

Dado que los sistemas son a su vez representantes de los más diversos suprasistemas, cada uno de los cuales cuenta con una misión muy singular, se obtiene que la misión integral del sistema se conforme de la síntesis de las misiones de los suprasistemas que más influencia ejercen sobre el sistema en cuestión. Esta misión sintética del sistema es altamente creativa, singular y pone en juego a toda la inteligencia del sistema, dado el carácter extremadamente contradictorio, y a veces hasta excluyente, de las misiones de los suprasistemas de los cuales el sistema en cuestión deviene en representante.

La extraordinaria complejidad presente en el proceso de síntesis de la misión del sistema, provoca que en ocasiones se rebase la inteligencia con que éste cuenta, asumiéndose entonces como misión a metas o finalidades que en realidad son pseudo misiones, desviándose entonces las energías con que cuenta el sistema en cuestiones que no favorecen a la preservación, desarrollo y difusión de su identidad o cultura.

Entre las condiciones básicas que deben cumplirse para que el sistema este acto para alcanzar el fin o la misión que le da sentido podemos destacar las siguientes:

- Condición de existencia: ante todo el sistema debe contar con mecanismos de procesamiento de información que le permitan combinar su parte tangible con su parte intangible (dar solución a la contradicción dialéctica entre forma y contenido) de tal manera que garantice su existencia inmediata, mediata y a largo plazo.
- Condición de inteligencia: el sistema debe contar con la capacidad necesaria para resolver los problemas que sistemáticamente obstaculizan el cumplimiento de su misión, dado el carácter dinámico de las condiciones tanto internas como contextuales en las que se desarrolla el sistema.
- Condición de pertenencia: dado que la misión del sistema no se encuentra aislada de las misiones de los subsistemas y suprasistemas con los cuales el sistema dado establece relaciones de pertenencia, se hace necesario que el sistema cuente con escenarios de negociación en los que participen, al menos, los sistemas relacionados directamente con el sistema referido.

#### **La cultura como identidad de los sistemas educadores.**

Como se expresó con anterioridad a cada sistema corresponde una determinada cultura y a su vez cada cultura es privativa del sistema que la porta, de ahí que se pueda tomar a la cultura del sistema como su identidad, como aquello que lo distingue, que lo diferencia de los demás sistemas, como aquello que lo identifica.

La cultura tangible y la cultura intangible son categorías inherentes al sistema que se excluyen mutuamente y se presuponen entre sí. Por otro lado se pudo identificar a la cultura tangible con el contenido del sistema, en tanto que se identificó a la cultura intangible con su forma, de manera que en la relación entre cultura tangible e intangible se advirtió una contradicción dialéctica que pudiera interpretarse como la fuente de desarrollo de la evolución o movimiento del sistema hacia el cumplimiento de su misión u objetivo.

Según el Principio Estructural de la Teoría General de Sistemas (ver Academia de Ciencias URSS, 1975) Las relaciones contenidas en la estructura de un sistema no dependen de los elementos, sino que los determinan, pues en última instancia, estos elementos no son otra cosa que los puntos de interferencia de la compleja red de relaciones que conforma la estructura.

Dicho de otra manera, la cultura en lo general y la cultura intangible en lo particular no dependen de los representantes del sistema, sino que más bien es la cultura quien conforma a éstos, de manera que los representantes del sistema son en realidad concreciones de su cultura. Esta

independencia a que se ha hecho referencia es relativa, pues los representantes pueden aportar a las transformaciones culturales del sistema a través de sus interacciones con este último.

Consecuentemente con lo expuesto en este trabajo, se puede apreciar una diferencia básica entre estructura y cultura intangible, la red de relaciones que conforma a la estructura induce y/o propicia el surgimiento, en el sistema, de una determinada cualidad que lo dota de capacidad para resolver los problemas que obstaculizan su desarrollo. Pero el hecho que esta red de relaciones induzca y/o propicie el desarrollo de la cultura intangible no significa que se identifique con ella. Algo similar ocurre con la red de relaciones entre las neuronas, que inducen la conciencia, pero que sin embargo no se puede tomar a ésta última como la red de relaciones entre neuronas, pues entre otras cosas se estaría reduciendo la naturaleza de la conciencia al aspecto biológico, negando así su carácter psicosocial.

La relación cibernética entre software y hardware es análoga a la relación entre cultura intangible y cultura tangible. En el uso de la computadora para fines específicos el hombre establece determinadas configuraciones o relaciones entre las partes que componen la computadora, hardware, logrando que esta última realice las funciones deseadas (a esa relación específica o configuración del hardware se le llama software).

En el afán de satisfacer su misión los sistemas configuran su cultura tangible de tal manera que logran cumplir misiones o tareas que los representantes por separado no podrían alcanzar. Si bien en el caso de la computadora quien dispone las partes para lograr un fin determinado es la inteligencia humana, la interrogante que surge espontáneamente es ¿qué inteligencia se ocupa de disponer óptimamente las partes constitutivas en el caso de los sistemas para obtener un fin deseado?

### **El movimiento de la información hacia la cultura del sistema.**

Los sistemas educadores son a su vez sistemas cibernéticos, o sea son sistemas que se caracterizan por la recepción, procesamiento, almacenamiento y transmisión de la información.

No todas las informaciones que ingresan al sistema producen en este las mismas reacciones. Para ello el sistema cuenta con mecanismos, que adquieren la categoría de proceso, a través de los cuales éste evalúa, aplica e interioriza las posibilidades de utilización de la información que ingresa al mismo en función del cumplimiento de la su misión.

Se pueden distinguir al menos cuatro niveles o fases de trascendencia de la información o señal de entrada sobre la actividad del sistema. La solución de cualquier problema provoca crecimiento en el sistema, no obstante este conocimiento adquirido debe aún recorrer un largo camino para pasar a ser parte de la cultura del sistema:

- Fase de la información en sí: esta es la fase en que actúan los enlaces inversos positivos y negativos, o sea que en esta fase el sistema asume un comportamiento determinado ante futuras posibles señales del mismo tipo que ingresen al sistema, reforzando o disminuyendo respectivamente su reacción con respecto a la reacción inicial. Se puede agregar que en esta etapa

el sistema se apropia de ciertas informaciones o conocimientos derivados de la resolución de un determinado problema.

- Fase de la información para sí: en esta fase el sistema toma decisiones que le permiten utilizar la información dada para evadir amenazas y aprovechar oportunidades sobre la base de sus fortalezas y debilidades internas, todo esto a propósito del cumplimiento de su misión. En esta etapa las relaciones advertidas en la resolución de un problema específico deben ser despojadas de las singularidades del problema que la indujo, generalizando su aplicación a otras situaciones similares.
- Fase de la información sistematizada: en esta fase el sistema aumenta su habilidad en la utilización de la información adquirida para dar solución a los diferentes problemas susceptibles a ser resueltos con la misma. En esta etapa el sistema alcanza una utilización coherente, eficaz y armónica de la información adquirida.
- Fase de la información trascendente: en este nivel de influencia de la señal de entrada sobre la actividad del sistema, éste transforma sus propios mecanismos de procesamiento de la información, modifica su cultura, describiendo un movimiento en el espacio de fases, o sea desarrollándose. En esta fase el sistema crece en el sentido de que supera algunas de sus debilidades y potencia fortalezas, apareciendo así las conquistas evolutivas de las especies. Esta es la fase en que la información adquirida se convierte en componente de la cultura del sistema y comienza a regir su comportamiento.

El movimiento del conocimiento hacia la cultura permite al sistema aprender del contexto y adaptarse a él, permitiéndole además, apropiarse de las culturas pertenecientes a los suprasistemas jerárquicamente superiores con los que establece relaciones de pertenencia e incluso de aquellos sistemas cuyas conquistas culturales han demostrado una mayor posibilidad para evadir amenazas, aprovechar oportunidades, superar debilidades y/o potenciar fortalezas.

#### **El proceso de preservación, desarrollo y difusión de la cultura del sistema.**

El proceso de preservación, desarrollo y difusión de la cultura de los sistemas educadores constituye el objeto de estudio de la Cibernética Educativa, por tal proceso se entiende a una sucesión progresiva de estados por los que va pasando la cultura (contenido) heredado – adaptada propia del sistema, tomándose como método a la forma o vía mediante la cual un estado de cultura se transforma en el siguiente, todo esto bajo la aspiración de que la sucesión que representa dicho proceso, converja hacia un estado de cultura deseado llamado objetivo, en el cual ha de conservarse la identidad del sistema, adaptándolo a las condiciones internas y contextuales prevalecientes.

Si bien es cierto que los representantes del sistema deben abrazar la misión del mismo, también es necesario expresar que es extremadamente complicada la elección de comportamiento adecuado por parte de un representante, esto se debe, entre otras cosas, al carácter contradictorio de las culturas pertenecientes a los diferentes suprasistemas con los que el sistema establece relaciones

de pertenencia. El comportamiento que favorece el cumplimiento de la misión de alguno de los suprasistemas no tiene obligatoriamente que favorecer a las misiones de los restantes suprasistemas. Por otro lado, se hace muy difícil desentrañar los propósitos reales perseguidos por el sistema en general y por su inteligencia en lo particular. Esta última ha mostrado capacidad para elaborar estrategias con un elevado nivel de complejidad que frecuentemente rebasan los límites de la inteligencia humana. El hombre ha tenido que admitir que la naturaleza con frecuencia actúa como un contrincante en un juego, de manera que debe tomar decisiones sin conocer con certeza el plan que persigue el contrario, de ahí que se haya elaborado toda una teoría, Teoría de Juegos, que oriente al hombre a tomar decisiones en condiciones de alta incertidumbre.

Encontrar el camino correcto, o sea el camino que favorezca al cumplimiento de las misiones de los suprasistemas que representamos es complicado en extremo. Los sistemas educadores enfrentan esta situación contando con los recursos derivados de cultura intangible tanto propia como las pertenecientes a los suprasistemas que lo contienen como representante. Con frecuencia ocurre que comportamientos aparentemente correctos según el razonamiento humano resultan ser, a largo plazo, adversos para la causa del sistema.

En otras ocasiones el sistema exhibe comportamientos inexplicables para la razón humana, dado que se le hace imposible descifrar el plan estratégico elaborado por el sistema para dar solución a algún problema específico y por consiguiente se hace, en principio, imposible descifrar los momentos tácticos manifiestos en el comportamiento del sistema.

### **Capítulo III: Algunas consecuencias de las concepciones de la Cibernética de la educación.**

#### **La evolución como objeto de la cibernética educativa.**

Educar, según la cibernética educativa, es el proceso de transmisión de cultura que llevan a cabo los sistemas educadores hacia sus representantes con el propósito de preservar, desarrollar y difundir la identidad del sistema. Recordemos que en la cultura se incluyen tanto los aspectos espirituales, como los materiales.

La generalización realizada por la cibernética educativa sobre la educación se orienta, al menos, en dos direcciones:

- Una de ellas consiste en llevar la educación más allá de la perspectiva humana, incluyendo de hecho a todo el reino biológico.
- La otra es que como educación se entiende al proceso de transferencia de la cultura del sistema en sus representantes, lo que significa que no sólo se transfieren los aspectos “espirituales”, según la perspectiva humana, sino también las conquistas materiales de la especie, y dentro de estas, ¿por qué no?, las características biológicas necesarias para la preservación, desarrollo y difusión de la especie.

De ahí que la evolución, que adquiere concreción en los nuevos representantes de la especie, y que por ende es parte de la formación cultural de estos, constituya una parte integrante del objeto de la cibernética educativa.

La educación, como la conciben los humanos, constituye una aproximación simplista de los complicados procesos educativos generados por la naturaleza. Llama poderosamente la atención que problemas que el hombre no ha podido resolver en su concepción simplificada de la educación, se considere estar apto para explicar como lo ha hecho la naturaleza, en una versión incomparablemente mucho más compleja.

El siguiente ejemplo es sumamente elocuente y de hecho habla por sí sólo: Uno de los principales problemas que enfrenta en la actualidad la educación humana, es que el contexto evoluciona tan rápidamente (ver González, M. 2004), que ya no se puede predecir cómo será éste dentro de una escasa década. Es por ello que se hace imposible proyectar un diseño curricular eficiente, dado que es responsabilidad de la escuela preparar a los jóvenes para enfrentar una vida, sobre la cual no se cuenta con la información necesaria.

Indudablemente la naturaleza ha logrado resolver ese problema, de no ser así, no estuviéramos observando un mundo biológico tan perfectamente adaptado a los correspondientes contextos espacio – temporales en que éste se desenvuelve, y en su lugar estaríamos observando a un mundo biológico descontextualizado y anacrónico muy bien adaptado para vivir, pero en las condiciones en que lo hicieron sus antecesores, como le está ocurriendo los humanos.

La educación como la ha concebido la naturaleza es tan eficiente y estable que se torna exquisitamente resistente, como plantea Margulis Lynn. Incluso bajo la influencia de una arrogante especie que transforma cada vez de manera más peligrosa a las condiciones ambientales, las especies continúan estoicamente por su rumbo evolutivo mostrando cada vez adaptaciones más perfectas y asombrosas.

Si la naturaleza siguiera fríamente los preceptos humanos propuesto por el mecanismo de la selección natural o por otros patrones de conducta con que el hombre cree haber explicado como la naturaleza ha resuelto lo que él no ha podido resolver, tendría el mismo problema que enfrenta la educación humana en la actualidad.

Por otra parte, según el mecanismo propuesto por la selección natural, las conquistas evolutivas (adaptación a las condiciones ambientales) alcanzadas por los individuos sobrevivientes de una especie, y por consiguiente mejor adaptados, son transmitidas en lo fundamental a sus descendencias:

- De no ser así la especie no manifestaría ningún avance evolutivo.
- Pero de ser así resultaría que la mayoría de los nuevos representantes de la especie contarían con características biológicas similares a las de sus antecesores, pero ¿cómo garantizar que las condiciones ambientales que requirieron de tales capacidades biológicas de los

antecesores conserven su vigencia en la vida de las descendencias?, máxime si se conoce el carácter extremadamente dinámico, y por consiguiente cambiante, del contexto.

Resulta entonces que bajo el mecanismo propuesto por la selección natural, cambios bruscos del contexto implicarían prácticamente la desaparición física de la especie

Es asombrosa además, la velocidad con que las especies se apropian de las características biológicas necesarias y asumen los comportamientos más favorables para estos formidables sistemas, logrando no sólo su preservación, sino también que su desarrollo y difusión.

### **Caracterización histórica del concepto de inteligencia.**

Uno de los propósitos fundamentales de este epígrafe es la desmistificación del concepto de inteligencia que de una manera u otra se encuentra presente en las posiciones de la mayoría de los autores cuyas obras están relacionadas con este concepto.

Antes de incursionar en el controvertido campo de la “inteligencia” resulta conveniente realizar una breve caracterización del desarrollo de las diferentes concepciones que ha concebido el hombre al respecto. A tales propósitos consideramos oportuno citar a Fernández, A. (2003). Según este autor: “...sin saber lo que es la inteligencia nos hemos permitido, durante mucho tiempo, considerarla patrimonio exclusivo del ser humano, ausente por completo en el mundo animal”.

### **UN NUEVO CONCEPTO DE INTELIGENCIA.**

Consideramos necesario introducir un nuevo concepto de inteligencia más propio del campo de la cibernética que incluya a los conceptos anteriores y a la vez permita revelar nuevas regularidades relacionadas con el comportamiento de los sistemas educadores.

Aquellos procesadores de información que son capaces de determinar uno o varios eventos favorables pertenecientes a un universo de infinitos eventos posibles reciben el nombre de procesadores inteligentes. En el artículo Educación, evolución e inteligencia (ver González, Williamson 2007) se muestra la equivalencia de este nuevo concepto de inteligencia con los conceptos más aceptados por la comunidad investigativa de la educación.

### **Conclusiones.**

La generalización del concepto de cultura hacia los sistemas educadores, permitió la generalización del concepto de educación más allá de la perspectiva humana abarcando a todo el reino biológico. Este enfoque abre la posibilidad de revelar regularidades muy importantes de los complicados procesos educativos desarrollados por la naturaleza, lo que constituye uno de los principales aportes teóricos derivados de esta obra, toda vez que a partir de ella el hombre puede conceptualizar y perfeccionar su educación aprendiendo de la naturaleza, cuestión de la que estaba privado hasta entonces, por haber considerado a la educación patrimonio exclusivo de los seres humanos.

El hecho de considerar a la educación como el proceso de transferencia cultural del sistema en sus representantes, reveló que no sólo se transfieren los aspectos “espirituales”, sino también las conquistas materiales de la especie, en las que se incluyen las características biológicas necesarias para la preservación, desarrollo y difusión de la misma. De ahí que la evolución constituya una parte integrante del objeto de la cibernética educativa.

La desmistificación del concepto de inteligencia y el estudio de los principales planteamientos de la Teoría de Evolución, a la luz de una nueva definición cibernética de “inteligencia” (como procesamiento de lo infinito), reveló la inconsistencia de esta teoría si se excluye la acción de un componente inteligente en la evolución del mundo biológico.

El profundizar en la categoría “sistema” aportó nuevos elementos teóricos que se hace necesario destacar. El hecho de que los sistemas constituyan organizaciones estables y trascendentes que gozan de un equilibrio dinámico advierte sobre su carácter inteligente, contando además con las siguientes características:

- El sistema es sólo apreciable a través de la actividad y presencia de sus representantes.
- La existencia del sistema va más allá de la existencia de sus representantes.

Lo que significa que la parte esencial del sistema, cuya manifestación se realiza a través de la actividad y presencia de sus representantes, permanece oculta y alejada del alcance de la percepción directa del hombre. Es por ello que cuando Prigogine plantea: “...Actualmente empieza a comprenderse que la vida es el resultado de una evolución que se dirige hacia sistemas cada vez más complejos”; en esta obra se revela que esos complejísimos sistemas están presentes ya, y han acompañado a la vida a lo largo de toda su evolución. Es por ello que se hizo necesario considerar la existencia de una categoría cibernética que contenga la parte trascendente del sistema, esa parte esencial y oculta que fue denominada “sistema trascendente”. Al mismo tiempo se denominó “sistema concreto” a la forma espacio temporal de existencia del sistema, haciéndose referencia a aquello que se encuentra al alcance de la percepción humana y que está directamente relacionada con la presencia y actividad de los representantes del sistema.

Los sistemas trascendentes, manifiestos a través de los sistemas concretos, dotados de inteligencia a su nivel jerárquico, han asumido comportamientos que han guiado a las correspondientes especies hasta los niveles evolutivos observados en la actualidad, contando incuestionablemente con una proyección hacia el futuro.

El sistema trascendente es la única configuración sistémica capaz de concebir las proyecciones estratégicas del sistema, dado su carácter trascendente y por tanto es el único capaz de ocuparse del diseño inteligente de una especie como la observada en el “Trilobites” y en general en todas las especies existentes en la actualidad. El sistema concreto, vinculado profundamente a las condiciones espacio temporales contextuales, se encuentra en condiciones óptimas para concebir, realizar y evaluar las proyecciones tácticas requeridas por el desarrollo del sistema.

El hecho de haber enfocado a la evolución desde la perspectiva del desarrollo en un sistema educador genérico, permite revelar regularidades inherentes al progreso en un extenso diapasón

que va desde un organismo unicelular, pasando por los organismos más complejos como: las especies, ecosistemas, etc. hasta llegar al propio comportamiento humano. Los mecanismos seguidos por las especies en búsqueda del progreso, el desarrollo y la evolución, pueden y deben ser aplicados para orientar al hombre por el camino del éxito, el crecimiento y la autorrealización. Finalmente consideramos oportuno destacar los principales aportes derivados de esta obra:

- En el plano filosófico se abren nuevas posibilidades para profundizar en la relación ciencia – religión, toda vez que en esencia la diferencia sustancial radica en la naturaleza que se le atribuya al ente cibernético que hemos convenido en llamar sistema trascendente, cuya existencia es realmente enigmática para el conocimiento humano en la actualidad.
- Del aporte filosófico referido se deriva un importantísimo aporte psicológico: En la mayoría de las personas se produce un conflicto que se deriva de la contradicción generada por la actividad de su hemisferio izquierdo (donde hay un predominio de la ciencia) y la actividad del hemisferio derecho (donde la fe es predominante). Esta bifurcación interna socava las bases de todo el comportamiento humano, restringiendo sustancialmente el aprovechamiento de las enormes capacidades del hombre. Armonizar la relación ciencia – religión implica armonizar, en el hombre, la relación entre fe y razón.
- En lo epistemológico debemos señalar que la contribución de esta obra no es menos importante: La generalización de los conceptos de cultura, inteligencia y educación más allá de la perspectiva humana remueve las tradicionales líneas de demarcación que han separado los dominios de las ciencias naturales y las ciencias humanísticas, generándose un importante escenario de interacción multidisciplinaria.
- En lo social se debe destacar la concepción del hombre como un ser biosistémico en lugar de tomarlo como un ser biosocial. Este enfoque revela la extraordinaria influencia que ejercen los sistemas hospederos sobre el comportamiento y actividad de los seres humanos.
- En el plano ético se concibe al hombre como una concreción de los sistemas hospederos que lo contienen, llegándose a la conclusión de que no son los hombres los que determinan los sistemas que lo contienen, sino que más bien son los sistemas hospederos los que determinan y generan la existencia humana. La pertenencia sistémica dota de sentido a la vida del hombre, en tanto que el sistema de contradicciones en que vive el ser humano permite revelar una especie de dialéctica que rige su existencia.
- En lo gnoseológico – cognitivo se debe destacar que el enfoque contenido en esta obra permite al hombre aprender de la naturaleza en una serie de procesos y fenómenos que hasta entonces habían sido considerados patrimonio exclusivo de la actividad humana.
- En especial en los aspectos relacionados con la educación se debe señalar que la revelación de procesos educativos en la naturaleza sienta las bases de una profunda revolución en esta controvertida e importantísima esfera de la actividad humana.

- Con respecto a la evolución de las especies es de destacar que en esta obra se critica, en sus fundamentos, tanto a la Teoría Evolucionista propuesta por Darwin y a todas aquellas que absolutizan el papel del tanteo en el progreso de las especies; como también son criticados aquellos enfoques que absolutizan el papel de la inteligencia para dar explicación a la extraordinaria adaptación, estabilidad y perfección manifiesta en el mundo biológico.

### **Bibliografía**

1. Academia de Ciencias de la URSS (1975). *Metodología del conocimiento científico*. La Habana: Edit. Ciencias Sociales.
2. Academia de Ciencias de la URSS (1985). *La dialéctica y los métodos científicos generales de investigación*. La Habana: Edit. Ciencias Sociales.
3. Andreiev, I. (1984). *Problemas lógicos del conocimiento científico*. Moscú: Editorial Progreso.
4. Apostel, L. (1975). *Interdisciplinariedad*. Francia: Ediciones UNESCO.
5. Bongard, M. M. (1967). *Problemas del conocimiento científico*. Moscú: Edit. Nauka, (en ruso).
6. Edwards, B. (1994). *Aprender a dibujar con el lado derecho del cerebro*. Ediciones Urano.
7. Fajardo, R. (2006). *Hacia una lógica de lo indeterminado; creación artística y semiosis*. Disponible en: <http://www.unav.es/gep/IIPIerceArgentinaFajardo.html>
8. García, J. D. Transformación Creativa. Disponible en <http://www.see.org/s-ct-3.htm>.
9. González, E. Conocimiento y evolución de la humanidad. Disponible en: [http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol12\\_2\\_04/aci0904.htm](http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol12_2_04/aci0904.htm)
10. González, M. (1979). *Funciones casi-periódicas, atractores y Teoría cualitativa de las ecuaciones diferenciales*. Tesis en opción al grado académico de Master en Ciencias Físico-Matemáticas (en ruso), Documento no publicado. Universidad de Odessa, Ucrania.
11. \_\_\_\_\_ (1997). Conferencia magistral "*Consideraciones Cibernéticas acerca de la existencia de Dios*" Universidad Autónoma de Querétaro, México. Manuscrito no publicado.
12. \_\_\_\_\_ (1997). *Fundamentos de la Didáctica especial de la matemática*. Disertación doctoral no publicada, Universidad de Oriente, Cuba.
13. \_\_\_\_\_ (2003). *Exposición acerca del origen de la vida*. Primer Cónclave Científico - Teológico. Iglesia "El Salvador" Santiago de Cuba. Manuscrito no publicado.
14. \_\_\_\_\_ (2004). *Introducción a la Metadidáctica*. Monografías.com, disponible en <http://www.monografias.com/trabajos15/metadidactica/metadidactica.sht>
15. \_\_\_\_\_; Williamson V. (2005). *Fe y razón en los fundamentos del proceso educativo*. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos26/fe-y-razon/fe-y-razon.shtml>
16. \_\_\_\_\_; Williamson, V. (2006). *Cibernética Educativa: Nuevo enfoque metodológico para el estudio de la educación*. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos36/cibernetica-educativa/cibernetica-educativa.shtml>
17. \_\_\_\_\_; Williamson, V. (2007). *Evolución, educación e inteligencia: perspectiva cibernética*. Disponible en [monografias.com](http://www.monografias.com)
18. Kenneth, W. (1973). *La revolución de la enseñanza*. La Habana: Edit. Pueblo y Educación.
19. Le Bon, G., *El alma colectiva*, disponible en <http://members.fortunecity.es/bizkor/2.html>
20. Morín, E. (1984). *Ciencia con conciencia*. Barcelona. Editorial Anthropos.
21. \_\_\_\_\_ (1994). *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona. Editorial Gedisa.
22. Pékelis (1995). *Mezcla Cibernética*. Moscú: Edit. Nauka.
23. Prigogine I. (1977). *El desorden creador*. Disponible en: <http://www.inisoc.org/prigo.htm>
24. READER'S DIGEST (1998). *Los últimos misterios del mundo*. México: Edit. READER'S DIGEST.
25. Sadvovskii, V. (1972) Teoría general de los sistemas como metateoría. *Vaprosii filosofii*, No. 4 (en ruso).

26. Von Bertalanffy L. (1976). *Teoría general de los sistemas*. México: Editorial Fondos de Cultura Económica.

Autor:

**Marcelino González Maitland**, [macrexce2004@yahoo.es](mailto:macrexce2004@yahoo.es)

Doctor en Ciencias Pedagógicas