

## RAE

TIPO DE DOCUMENTO: Trabajo de grado

NIVEL DE CIRCULACIÓN: General

ACCESO AL DOCUMENTO: Biblioteca Universidad de San Buenaventura  
Bogotá

TÍTULO: La educación: una perspectiva desde pensamiento complejo a partir de la relación de la teoría general de sistemas y la cibernética.

AUTOR: Parra Montoya Hugo Alejandro

**PALABRAS CLAVES:** Pensamiento complejo, teoría general de sistemas, cibernética, comunicación, feedback, control, desarrollo humano, conocimiento, educación.

**DESCRIPCIÓN:** Tesis de grado para optar al título de Magister en Ciencias de la Educación, cuyo objetivo es analizar la incidencia de la teoría general de sistemas y la cibernética en la conformación del pensamiento complejo y, a su vez, su directa injerencia en la reestructuración de la sociedad y en especial de la educación.

**FUENTES:** Arbib A., M. *Cerebros, máquinas y matemáticas*. Berstein, J. *La máquina analítica. Pasado, presente y futuro de los computadores*. Bertalanffy, L.V. *Teoría general de sistemas*. Checkland, P. *Pensamiento de sistemas, práctica de sistemas*. Diario Clarín. La cultura en la globalización. Foerster, H.V. *Las Semillas de la Cibernética*. González, Moena, S. *Pensamiento complejo, En torno a Edgar Morín. América Latina y los Procesos educativos*. Johnson, S. *Sistemas Emergentes, o qué tienen en común hormigas, neuronas, ciudades y software*. Latorre Estrada, E. *Teoría General de Sistemas aplicada a la Solución Integral de problemas*. Medina Bejarano, R. Aproximación al desarrollo de la pedagogía sistémica; Morín, E. *Sobre la Interdisciplinariedad*. Morín, E. *Los Siete Saberes Necesarios para la Educación del Futuro*. Morín, E. *Introducción al pensamiento complejo*. Patiño, J. F. *Computador, cibernética e información*. Robinet, A. *Mitología, filosofía y cibernética. El autómeta y el pensamiento..* Soto Urrea. . *¿Cibernética? En La Cultura de la Cibernética*. Virilio, P. *El Cibermundo*,

*La política de lo Peor. Vasco, C.E. Diálogos sobre los grandes problemas del ser humano. Las estructuras mentales. Vasco, C.E. Construyendo una propuesta*

**CONTENIDOS:** La tesis central se desarrolla en cinco capítulos ordenados de forma concatenada. En el primero se contextualiza la problemática tratada y se justifica la elección del mismo dentro del campo de la investigación, se plantean los objetivos y se explica la metodología a seguir. La estructura del texto escrito está soportada en la definición de las categorías conceptuales fundamentales. A partir de estas, emergen las subcategorías que, sirvieron de marco referencial de los cuatro capítulos. El primer capítulo desde la subcategoría: Teoría general de sistemas: autorregulación de los procesos, relaciona las categorías de autorregulación, velocidad y procesos, donde se identifican los elementos que constituyen la teoría general de sistemas. El segundo capítulo: Cibernética: la ciencia del control, surge a partir de la relación entre las categorías de interrelación máquina-humano, control y regulación, comunicación y control; donde se establecen las relaciones existentes entre la cibernética y la teoría general de sistemas. En el tercer capítulo titulado “la educación desde una perspectiva del pensamiento complejo” se logra interpretar la incidencia del pensamiento complejo en la educación a partir de las categorías de análisis de especialización, interdisciplinaria y pedagogía de la cibernética. Se finaliza el trabajo, presentando unas consideraciones del autor sobre el análisis y la reflexión adelantada acerca de la complejidad y la educación en relación con la teoría general de sistemas y la cibernética. Se dejan planteadas las preguntas por las bondades o falencias de esta teoría y su impacto real al interior en la educación. Se enuncian nuevas inquietudes sobre esta temática y se plantean futuros trabajos de investigación que las aborden.

**METODOLOGÍA:** La metodología que se emplea en la presente investigación es cualitativa, de enfoque descriptivo, por su diseño flexible, su posibilidad interpretativa y contextual. Aborda cinco etapas para su desarrollo: Primera etapa: selección e identificación de documentos. Segunda etapa: revisión de documentos y definición de categorías de análisis iniciales. Tercera etapa: diseño de rejillas que permitieron relacionar los elementos relevantes, similares o divergentes que se conservaban en los documentos. Cuarta etapa: Análisis de documentos. Quinta etapa: interpretación de la información. Sexta etapa: Cruce de la información para determinar las subcategorías emergentes que dieron origen a cada capítulo de la investigación.

LA EDUCACIÓN: UNA PERSPECTIVA DESDE PENSAMIENTO COMPLEJO A  
PARTIR DE LA RELACIÓN DE LA TEORÍA GENERAL DE SISTEMAS Y LA  
CIBERNÉTICA

HUGO ALEJANDRO PARRA MONTOYA

UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA  
FACULTAD DE EDUCACIÓN  
MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN  
BOGOTÁ D.C.

LA EDUCACIÓN: UNA PERSPECTIVA DESDE PENSAMIENTO COMPLEJO A  
PARTIR DE LA RELACIÓN DE LA TEORÍA GENERAL DE SISTEMAS Y LA  
CIBERNÉTICA

HUGO ALEJANDRO PARRA MONTOYA

Trabajo de grado para optar al título en  
Maestría en Ciencias de la Educación

Asesor:

Ing. WILSON HERNANDO SOTO URREA

Doctor en Educación

UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA  
FACULTAD DE EDUCACIÓN  
MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN  
BOGOTÁ, D.C., 2012

## Tabla de contenido

	Pág.
INTRODUCCIÓN .....	12
1. CAPITULO INTRODUCTORIO	12
1.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO	13
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	15
1.3 OBJETIVOS .....	17
1.4 JUSTIFICACIÓN .....	18
1.5 ALGUNOS ANTECEDENTES.....	19
1.6 MARCO TEÓRICO.....	24
1.6.1 Teoría general de sistemas.....	24
1.6.2 La Cibernética .....	32
1.6.3 Pensamiento complejo: .....	36
1.6.4 Pedagogía sistémica .....	39
1.7 METODOLOGÍA.....	42
2. TEORÍA GENERAL DE SISTEMAS (TGS): LA AUTORREGULACIÓN DE LOS PROCESOS .....	45
2.1 TEORÍA GENERAL DE SISTEMAS (TGS) Y EDUCACIÓN .....	45
2.2 LO ESENCIAL DE LOS SISTEMAS: LA RETROALIMENTACIÓN .....	47
3. LA CIBERNÉTICA: LA CIENCIA DEL CONTROL.....	53

4. PENSAMIENTO COMPLEJO Y EDUCACIÓN: EL APOORTE DE LA INTERDISCIPLINARIEDAD .....	59
4.1 PENSAMIENTO COMPLEJO Y DOCENCIA: .....	66
4.1.1 ¿Quién educará a los educadores? .....	66
4.2 PEDAGOGÍA SISTÉMICA.....	68
5. CONCLUSIONES.....	75
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	80
ANEXOS .....	83

## TABLA DE FIGURAS

	Pág.
<i>Figura 1.</i> Ejes de la investigación.....	24
<i>Figura 2.</i> Etapas de la investigación.....	42

## TABLA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Teoría general de los sistemas .....	84
Anexo 2. Subcategorías teoría general de Sistemas .....	87

*A Rocio, por inspirarme con su apasionada vocación por la enseñanza y la pedagogía y, asistirme con su amorosa paciencia, su apoyo decidido, su ayuda incondicional...por su confianza y convicción en éste trabajo y...en mi labor docente. A mis hermanos, Claudia y Hermes, por seguir con tanta expectativa y angustia este proceso.*

## Abstract

This paper presents an analysis of complex thinking, its interface with the general systems theory and cybernetics. Similarly seeking to establish the impact that this trend achieved in all areas of human life, particularly in education.

The information is presented objectively, as posed by their authors. To this end, we resort to his original works, seeking to a precision of concepts and specific terms.

No apology is to do one or the other doctrines, it just shows the conceptual framework and establishes the same relationship and its possible effect on society of knowledge, society and educational paradigm shifts in the past has been staking.

Finally, in conformity of the critical stance of Morin and its commentators, sets out the need for a change in ethical stance by teachers and managers direct the changes in education. They embody the characteristics of an education system for a global society, planetary.

The methodology was qualitative hermeneutic approach, for their ability to interpret and analyze information. By way of conceptual grid, categories and subcategories were established that when contrasted with the theories of various authors facilitated the structuring of the chapters.

The categories developed are: specialization, interdisciplinary, control, self-regulation, communication, processes, education, and pedagogy systemic.

In conclusion expresses the importance of rethinking education as a system in which converge the various disciplines of knowledge and ethical commitment required by teachers.

Future research is suggested to address the level of ownership of this methodology in the Colombian educational system and particularly in higher education.

Keywords: cybernetics, system theory, control, communication, development, humanity, feedback and education.

## Resumen

El presente trabajo presenta un análisis del pensamiento complejo, su interrelación con la teoría general de sistemas y la cibernética. De igual manera busca establecer la incidencia que esta tendencia logra en todos los ámbitos de la vida humana, de manera particular en el ámbito educativo.

Se presenta la información de manera objetiva, tal como lo plantean sus autores. Para tal efecto, se recurre a sus obras originales, pretendiendo con ello una precisión de conceptos y términos específicos.

No se pretende hacer apología de una u otra doctrina, simplemente se indica el marco conceptual de las mismas y se establece su relación y efecto en la comunidad del conocimiento, en la sociedad y en el cambio de paradigma educativo que en las últimas décadas se viene replanteando.

Finalmente, en conformidad con la postura crítica de Morín y, de sus comentaristas, se enuncia la necesidad de un cambio de postura ética por parte de los maestros como directos gestores de los cambios en la educación. Se enuncian las características de una educación sistémica para una sociedad globalizada, planetaria.

La metodología aplicada fue la cualitativa de enfoque hermenéutico, por sus posibilidades de interpretar y analizar la información. A manera de rejilla conceptual, se establecieron categorías y subcategorías que al contrastarlas con las teorías de los diversos autores facilitaron la estructuración de los capítulos.

Las categorías que se desarrollan fueron: especialización, interdisciplinariedad, control, autorregulación, comunicación, procesos, educación, pedagogía sistémica.

A modo de conclusión se expresa la importancia de repensar la educación como un sistema en el cual confluyen las diversas disciplinas del conocimiento y el necesario compromiso ético por parte de los docentes.

Se sugiere para próximas investigaciones abordar el nivel de apropiación de esta metodología en el sistema educativo colombiano y en particular en la educación superior.

**Palabras Claves:** cibernética, sistema, teoría, control, comunicación, desarrollo, humanidad, retroalimentación, educación.

## INTRODUCCIÓN

*“Si se modifican las prácticas docentes, también se modifican los medios y los materiales educativos, la estructuración y estratificación de los contenidos, la función y estructuración de las instituciones, los procesos didácticos, la concepción de la evaluación del aprendizaje y, en sí, se modifica todo el proceso docente educativo”*

*R. Medina B.*

Se vive en un mundo globalizado, atravesado por las redes de la información, un mundo mediático, en el cual la ciencia y la tecnología están a la vanguardia de los cambios vertiginosos en todos los ámbitos de la sociedad actual. El hombre, gestor del cambio, disfruta del confort que ofrecen tantos adelantos, muchos de ellos impensables en otrora. La informática, los sistemas y los medios masivos de comunicación electrónica, han irrumpido en el campo político, cultural, social y hasta religioso. En su cotidianidad, el ser humano se halla estrechamente vinculado al auge e implementación del desarrollo tecnológico.

La educación, por ser un aspecto inherente al hombre, no puede estar ajena a tanta innovación, no se puede sustraer de esta “revolución tecnológica”, todo lo contrario, por su misma esencia, es la más involucrada en este proceso y además de permearse por este influjo, debe ser el medio de análisis, reflexión y divulgación de esta transformación. Uno de los rasgos más característicos de esta era tecnológica, es la interacción entre el hombre y la máquina, en la cual es la mente humana, como

creadora, la que dispone del control y el dominio absoluto de su creación – los aparatos-. No obstante, pareciera que esa relación unidireccional, no está tan bien demarcada y es entonces cuando se precisa el análisis de las bondades de la cibernética (ciencia del control y la comunicación) y el aspecto humanizante de la misma.

Como docente en ejercicio el autor de la presente investigación motivado por un interés particular por la inserción de esta ciencia cibernética en el ámbito educativo, por su campo epistemológico, consideró pertinente abordar la educación desde el análisis del pensamiento complejo y su relación con la teoría general de sistemas.

Los autores que aportaron a esta investigación fueron: Arbib A., M. *Cerebros, máquinas y matemáticas*. Bernstein, J. *La máquina analítica. Pasado, presente y futuro de los computadores*. Bertalanffy, L.V. *Teoría general de sistemas*. Checkland, P. *Pensamiento de sistemas, práctica de sistemas*. Diario Clarín. La cultura en la globalización. Foerster, H.V. *Las Semillas de la Cibernética*. González, Moena, S. *Pensamiento complejo, En torno a Edgar Morín. América Latina y los Procesos educativos*. Johnson, S. *Sistemas Emergentes, o qué tiene en común hormigas, neuronas, ciudades y software*. Latorre Estrada, E. *Teoría General de Sistemas aplicada a la Solución Integral de problemas*. Medina Bejarano, R. Aproximación al desarrollo de la pedagogía sistémica; Morín, E. *Sobre la Interdisciplinariedad*. Morín, E. *Los Siete Saberes Necesarios para la Educación del Futuro*. Morín, E. *Introducción al pensamiento complejo*. Patiño, J. F. *Computador, cibernética e información*. Robinet, A. *Mitología, filosofía y cibernética. El autómeta y*

*el pensamiento. Soto Urrea. Cibernética? En La Cultura de la Cibernética. Virilio, P. El Ciber mundo, La política de lo Peor. Vasco, C.E. Diálogos sobre los grandes problemas del ser humano. Las estructuras mentales. Vasco, C.E.*

La estructura del texto escrito está soportada en la definición de las categorías conceptuales fundamentales. A partir de estas, emergieron las subcategorías que, sirvieron de marco referencial de los cuatro capítulos. El primer capítulo desde la subcategoría: Teoría general de sistemas: autorregulación de los procesos, relaciona las categorías de autorregulación, velocidad y procesos, donde se identificaron los elementos que constituyen la teoría general de sistemas.

En el segundo capítulo: Cibernética: la ciencia del control, se muestra que a partir de la relación entre las categorías de interrelación máquina-humano, control y regulación, comunicación y control y se establecieron las relaciones existentes entre la cibernética y la teoría general de sistemas.

En el tercer capítulo titulado “la educación desde una perspectiva del pensamiento complejo” interpreta la incidencia del pensamiento complejo en la educación a partir de las categorías de análisis: especialización, interdisciplinariedad y pedagogía de la cibernética.

Se finaliza el trabajo, presentando unas consideraciones del autor sobre el análisis y la reflexión adelantada acerca de la complejidad y la educación en relación con la teoría general de sistemas y la cibernética y se dejan planteadas las preguntas por las bondades o falencias de esta teoría y su impacto real al interior de la educación, se enuncian nuevas inquietudes sobre esta temática y se plantean futuros trabajos de investigación que las aborden.

## 1. PROBLEMATIZACIÓN

El proyecto se denomina “La educación: una perspectiva desde pensamiento complejo a partir de la relación de la teoría general de sistemas y la cibernética”. Se desarrolla en la Facultad de Educación de la Universidad de San Buenaventura, sede Bogotá; programa de Maestría en Ciencias de la Educación, dentro del grupo de investigación: cibernética y educación; línea investigativa: humanismo, tecnologías y desarrollo sociocultural.

El eje central de la investigación es el pensamiento complejo y su incidencia en la educación. Así mismo, se retoman los postulados de la teoría general de sistemas y la cibernética para una mayor comprensión del problema abordado.

### 1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La educación se ve directamente afectada por las nuevas tecnologías y el avance de la ciencia cibernética, al fin y al cabo, es la encargada de centralizar toda la información que se produce en la sociedad del conocimiento. Es la educación la responsable de reproducir esta información, de generar cambios sociales, de acoger o rebatir las nuevas teorías, mediante el análisis y la reflexión.

En la actualidad, además, la educación también debe evitar el conocimiento parcializado, fragmentado; debe cumplir la función de crisol en el cual confluyen todos los saberes, y a la vez, los debe entrelazar, amalgamar, unificar, complejizar:

“...la educación debe promover una *inteligencia general*, apta para referirse, de manera multidimensional, a lo complejo, al contexto en una concepción global” (Morín, E. 2003, p 47).

Es, por tanto, según Morín (2003), la función primordial de la educación, sistematizar todo el conocimiento posible y establecer los nexos que deben mantener la unidad, del todo, conformado por la asociación concatenada de las partes. A este respecto es que responde Morín:

“Complexus significa lo que está tejido junto; en efecto, hay complejidad cuando son inseparables los elementos diferentes que constituyen un todo (como el económico, el político, el sociológico, el psicológico, el afectivo, el mitológico) y que existe un tejido interdependiente, interactivo inter-retroactivo entre el objeto de conocimiento y su contexto, las partes y el todo, el todo y las partes, las partes entre ellas. Por esto la complejidad es la unión entre la unidad y la multiplicidad” (Morín, E. 2003)

Es precisamente esta la finalidad de la educación: crear conciencia en los educandos de la necesidad de estructurar un nuevo pensamiento, un pensamiento holístico, universal, que contraste con la actual fragmentación del conocimiento, que vea en todo la solución de problemas particulares y viceversa. Entre más poderosa sea la inteligencia general más grande es su facultad para tratar problemas especiales, los problemas esenciales nunca son parcelados y los problemas globales son cada vez más esenciales...” (Morín, E. 2003).

Otra de las características de este tiempo, en lo que al conocimiento se refiere, es la zanja cada vez más ancha entre las llamadas ciencias positivas y las

humanidades. Las primeras soslayan a las segundas porque éstas no basan su quehacer en el método científico, inductivo; a su vez, hacen de su discurso una especulación grandilocuente que en muchas ocasiones no concluyen evidencias palpables.

Existe una marcada disyunción entre las humanidades y las ciencias y la separación de disciplinas hiperespecializadas concentradas en sí mismas...cada uno siente responsabilidad solamente de su tarea especializada...ya nadie siente solidaridad con sus colegas, conciudadanos o congéneres... (Vasco, 2002, p. 26).

Por todo lo anterior, la presente investigación responde a la pregunta: ¿Cuál es la incidencia del pensamiento complejo en la educación a partir de la relación de la teoría general de sistemas y de la cibernética?

### 1.3 OBJETIVOS

#### General

Analizar los elementos teóricos que aporta el pensamiento complejo a la educación desde la relación de la teoría general de sistemas y la cibernética.

#### Específicos

- Identificar los elementos que constituyen la teoría general de sistemas a partir de las categorías establecidas.
- Establecer las relaciones existentes entre la cibernética y la teoría general de sistemas.
- Interpretar la incidencia del pensamiento complejo en la educación a partir de las subcategorías de análisis.

## 1.4 JUSTIFICACIÓN

La ciencia, en su afán por satisfacer las necesidades de la sociedad ha incurrido en la excesiva especialización; su preocupación se ha fincado en ahondar en su sólo campo de conocimiento, limitando su campo epistémico y separándose así de las demás disciplinas. La crítica que se le hace es que cada profesión da cuenta de los fenómenos y problemas que le atañen, los resuelve con prontitud y pertinencia, está presta a aclarar cualquier inquietud o duda que se formula sobre su campo de dominio, sin embargo, no está dispuesta a interpretar problemas inherentes a otras disciplinas, por considerarlas ajenas a su saber, de ahí que se encuentren galenos que ignoren y no les preocupe conocer su relación con la biología, menos con la ecología o la física.

El tema central de esta investigación, es así como la relación existente entre la teoría de la complejidad, planteada por Edgar Morín y la educación. El interés de esta investigación es analizar los elementos teóricos que aporta el pensamiento complejo a la educación desde la relación de la teoría general de sistemas y la cibernética. A partir de identificar los elementos que constituyen la teoría general de sistemas, establecer las relaciones existentes entre la cibernética y la teoría general de sistemas e interpretar la incidencia del pensamiento complejo en la educación.

La motivación surge de la realidad de la educación, en la cual el conocimiento se presenta fragmentado a razón de las diversas carreras y programas. Las asignaturas se convierte en entramados que hacen parten de un currículo

determinado, que ha de verse en tiempos determinados a consecuencia de unas políticas institucionales y estatales, pero que casi nunca le explican al estudiante la razón de ser dentro de su campo de formación.

Esta realidad no se aplica sólo para los alumnos, en muchas situaciones los propios docentes ignoran el marco epistemológico de sus programas y, lo que preocupa aún más, de las propias materias que orientan.

Se habla en la actualidad de la inter, la multi y la transdisciplinariedad, al interior de las facultades, pero en realidad se conoce acertadamente su implicación y, sobretodo, ¿se aplica en las aulas?

La complejidad propende por un nuevo enfoque de la educación y una nueva metodología para enseñar la ciencia y avocar los problemas de la sociedad actual. Una nueva visión de mundo, un mundo inmerso en la nueva era, “la era planetaria”. Son muchos los entramados que subyacen a esta teoría atravesada por la informática, la cibernética y las comunicaciones. Según ésta correspondería a los educadores de hoy, conocer esta amalgama de saberes y hacerlas evidentes en su accionar pedagógico, o cual implicaría, a la vez, nuevas didácticas, otras metodologías y, una nueva actitud del profesor de cara a la educación sistémica.

## 1.5 ALGUNOS ANTECEDENTES

Sobre el tema abordado se han realizado investigaciones tendientes a identificar la relación entre el pensamiento complejo y la educación. Se citan aquí los que se consideran más relevantes por sus aportes a la discusión:

“El pensamiento y acción en el profesor: de los estudios sobre la planificación al pensamiento práctico” Autores: Ángel Ignacio Pérez Gómez, José Gimeno Sacristán Localización: Infancia y aprendizaje, ISSN 0210-3702, Nº 42, 1988, págs. 37-64. Este artículo presenta una revisión crítica de la literatura de los últimos diez años sobre el tema del pensamiento y la intervención práctica del profesor. Se analiza la evolución de los estudios e investigaciones desde los planteamientos más cercanos al paradigma proceso-producto y mediacional, de marcado carácter psicológico, a los estudios alternativos, con mayor incidencia filosófica y sociológica y que conceden mayor importancia a las estructuras de los contenidos del pensamiento del profesor.

Es parte de la filosofía institucional de la Comunidad de Pensamiento Complejo (CPC) el desarrollo de investigación científica y filosófica de excelencia académica, relevancia social y compromiso ético-político con los desafíos fundamentales de América Latina y el Caribe, con la finalidad de contribuir a la formulación de estrategias, políticas y programas para el abordaje de los problemas complejos de la región.

Para alcanzar esta meta, la CPC ha emprendido dos líneas estratégicas de acción:

Articulación de grupos e instituciones. La Comunidad de Pensamiento Complejo ha impulsado el proyecto MAPEAR la complejidad, orientado a elaborar un directorio de grupos e instituciones dedicadas al estudio, formación, difusión e investigación en complejidad.

El Directorio MAPEAR es abierto, posibilitando que cualquier miembro de la Comunidad de Pensamiento Complejo pueda registrar un grupo.

Estimulación de grupos y proyectos de investigación. La Comunidad de Pensamiento Complejo estimula la organización de grupos de estudio, trabajo e investigación con capacidades para la producción de conocimiento, difusión y formación.

En el año 2009 la Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad de Buenos Aires aprobó, en el marco del programa de reconocimiento institucional de investigaciones, el proyecto de investigación titulado "La teoría de los sistemas complejos y el pensamiento complejo: contribuciones a la epistemología y metodología de las ciencias sociales". (Código: R09-142 – Resolución D (ad ref) 9400/09). En este marco se constituyó el Grupo de Estudios Interdisciplinarios sobre Complejidad y Ciencias Sociales (GEICCS).

El Instituto Internacional para el Pensamiento Complejo (IIPC), es un instituto universitario creado en 1997, presidido por el pensador francés Edgar Morín y consagrado a estudios sobre el Pensamiento complejo, la transdisciplinariedad y su manifestación en la filosofía, las ciencias, la historia, el arte, las organizaciones y la política.

El IIPC está situado en el Vicerrectorado de Investigación y Desarrollo (VRID) de la Universidad del Salvador (USAL), Buenos Aires, Argentina, y pone su estructura institucional y sus medios en general a disposición de una vasta red internacional de investigadores, docentes y miembros adherentes en general, cuyo interés es el estudio y la investigación de estas temáticas.

En Colombia, Colciencias, institución siempre atenta a los “cambios de paradigma”, no sólo estimuló la creación de la Red Colombiana de Pensamiento Complejo, sino que la alojó en su red. “Edgar Morín, basado en la teoría de la información y de los sistemas, la cibernética y en los procesos de auto organización biológica, construye un método que intenta estar a la altura del desafío de la complejidad.

Según Morín, este momento corresponde a la prehistoria del espíritu humano y sólo el pensamiento complejo permitirá civilizar el conocimiento... ideas: Naturaleza humana multidimensional, lógica generativa, dialéctica y arborescente. Auto-eco-organización: el todo está en el interior de la parte que está en el interior del todo... El Universo es un cocktail de orden desorden y organización. A partir de la Auto-eco-organización que va incluyendo todos los aspectos el sujeto emerge al tiempo con el mundo y así sujeto y objeto aparecen como dos emergencias inseparables de la

relación sistema auto organizador-ecosistema. Se puede superar la tragedia del pensamiento (incertidumbre) con una meta nivel.

Otro trabajo de considerable importancia sobre el tema es titulado: "Complejidad, educación y transdisciplinariedad". Autor: Raúl Motta, miembro del Instituto Internacional para el Pensamiento Complejo (IIPC). Se busca responder a la pregunta si es posible planificar y reflexionar sobre la posibilidad de la transversalidad de los contenidos, en un contexto de mutación planetaria. El trabajo se realiza en la ciudad de Buenos aires, Argentina y se publica en el año de 1999 por la revista Signos, de esa ciudad.

Se concluye que la Universidad Argentina hace esfuerzos por incorporar esta teoría a sus programas, pero que aún siguen siendo precarios ante las necesidades de la sociedad planetaria.

Se siguen adelantando numerosos trabajos sobre el tema, ya que como se dijo, es de actualidad y compete a los ámbitos educativos.

No obstante, el presente trabajo presenta la particularidad de establecer el análisis de dicha relación desde la génesis misma de la TGS, (Teoría General de Sistemas) y la Cibernética. Se espera que los aportes que de aquí se desprendan, por minúsculos que resulten, contribuyan al debate sobre pensamiento complejo y educación.

## 1.6 MARCO TEÓRICO



Figura 1. Ejes de la investigación

En la presente investigación se pretende hacer una exposición analítica de los fundamentos teóricos que sustentan la teoría general de sistemas, la cibernética y el pensamiento complejo. Para una mejor comprensión se desglosa cada uno de estos conceptos, los que a su vez, se constituyen en la estructura fundamental del cuerpo de la investigación.

1.6.1 Teoría general de sistemas. En las últimas décadas el término “sistemas” o “sistémico”, se ha incorporado al lenguaje científico, social, tecnológico, político, en la comunicación y por supuesto, en lo político; es más, podría decirse que ha convertido en moda, tanto que muchos proyectos, programas, empresas y carreras,

llevan este término dentro de su denominación, es así que se encuentra la ingeniería de sistemas, análisis de sistemas, pensamiento sistémico, etc. "...el concepto ha invadido todos los campos de la ciencia y penetrado en el pensamiento y el habla populares, en las masas...lo utilizan en variados campos, desde las empresas industriales y los armamentos hasta en temas reservados a la ciencia pura (Bertalanffy, 2004, p.1).

Pero, este concepto no resulta tan novedoso y se conforma sobre la base de varios antecedentes". Por un lado está el tránsito desde la ingeniería energética-la liberación de grandes cantidades de energía, así en las máquinas de vapor o eléctricas-hasta la ingeniería de control, que dirige procesos mediante artefactos de baja energía y que ha conducido a las computadoras y la automatización (Bertalanffy, 2004, p.3). Es así como aparecieron las máquinas capaces de autorregularse tal como los proyectiles empleados durante la Segunda Guerra Mundial hasta los más sofisticados de las fuerzas estatales y los ejércitos más poderosos del mundo.

Cuando se habla de autorregulación, debe entenderse,

un sistema que está en contacto con un ambiente que posea orden y energía disponible, y con el cual nuestro sistema esté en un estado de interacción permanente, de modo tal que pueda arreglárselas para, de algún modo, vivir a expensas de ese ambiente...que se genere una significativa interdependencia entre flujo de señales y disponibilidad alimentaria (Foerster, 1996. p. 42).

Entonces, un sistema se autorregula, se autogobierna, cuando posee la estructura necesaria para su autoabastecimiento, y posee los mecanismos internos para tomar, procesar y asimilar los nutrientes necesarios del propio ambiente en el cual se halla cohabitando.

En una explicación muy clara de lo que implica la autorregulación de los sistemas, González Moena, hace alusión a Von Neumann cuando este hace la diferenciación entre las máquinas vivas y las máquinas artificiales:

Los elementos de las máquinas artificiales, están muy bien fabricados, muy perfeccionados, pero se degradan desde el momento en que la máquina comienza a funcionar. Por el contrario, las máquinas vivas están compuestas por elementos muy poco fiables, como las proteínas, que se degradan sin cesar, pero estas máquinas poseen la extraña propiedad de reproducirse, auto regenerarse, reemplazando las moléculas deterioradas por otras nuevas y las células muertas por células nuevas. La máquina artificial no puede repararse a sí misma, mientras que la máquina viva se regenera permanentemente a partir de la muerte de sus células según la fórmula de Heráclito: “vivir de vida, morir de muerte” (González Moena, 2006, p. 18).

La analogía indicada por el comentarista deja ver de forma clara las implicaciones de la autorregulación en todo sistema. En primer lugar la capacidad de auto reparación, la suficiente energía para desarrollar el trabajo de recuperación del daño o del desgaste y la precisión en la función requerida, capacidad de detección de la avería. En palabras de Morín, esta auto organización se puede

concebir como una auto-eco-organización: “En el caso del ser vivo, este es bastante autónomo para extraer energía de su propio medio, incluso de extraer informaciones y de integrar la organización. Es lo que he llamado la auto-eco-organización” (González Moena, 2006.p.18).

Cuando tan sólo se trataba del diseño, operación y control de un vehículo, un radio transistor, cualquier otro artefacto o electrodoméstico, esta competencia la realizaba con destreza el ingeniero especializado. Pero cuando se trató de diseñar proyectiles o naves espaciales, se requirió el uso de componentes procedentes de tecnologías heterogéneas, ya no bastó la sola ciencia especializada: mecánica, física, electrónica, biología, etc.

...empiezan a intervenir relaciones entre hombre y máquina y salen al paso innumerables problemas financieros, económicos, sociales y políticos; el tráfico aéreo o incluso el vehicular, no es sólo cosa del número de vehículos en funcionamiento, sino que son sistemas que hay que planear y disponer. Así van surgiendo innumerables problemas en la producción, el comercio y los armamentos (Bertalanffy, 2004, p.5).

Ante necesidades tan apremiantes, se requirió la conformación de un equipo de especialistas de las diferentes vertientes del conocimiento científico que trabajara en la búsqueda de soluciones óptimas con la mayor eficiencia y el mínimo costo y que aunara esfuerzos en una red de interacciones tremendamente *compleja*. Esto implicó la aplicación de técnicas nuevas, complicadas que superaban el campo intelectual de los matemáticos más avanzados y que a la larga dieron origen a las

computadoras propiamente dichas, en las que se integraban de manera formidable el hardware y el software, hecho que dio inicio a lo que se ha llamado, según el propio Bertalanffy (2004), *la segunda revolución industrial*.

Pero esta nueva ciencia, no se aplicó solamente al campo de la industria militar o a la era espacial; en todos los ámbitos de la vida de una nación se empezó a hacer evidente esta tendencia: los gobernantes acostumbran solicitar a sus ministros y asesores que se aplique el “enfoque sistémico” a problemas sociales que antes eran manejados de manera diferente, como la contaminación ambiental, la congestión de tráfico en las grandes mallas viales, las enfermedades endémicas, los grupos delincuenciales y terroristas, de suma relevancia la utilidad de la TGS en la planeación y organización de las ciudades, metrópolis, atendiendo al movimiento ecológico que permite el desarrollo urbanístico de manera sostenible. En fin, como se dijo, la teoría de sistemas ha llegado al panorama nacional de los estados de avanzada.

Se ampliará un poco más el concepto de la TGS, siguiendo al propio autor. “Es una nueva disciplina cuyo fundamento es la formulación y derivación de aquellos principios que son válidos para los “sistemas” en general...sin importar que sean de naturaleza física, biológica, o sociológica...consiste en la elaboración de conceptos, modelos y leyes, que sirven para ser aplicados en la solución de problemas de campos muy distintos” (Bertalanffy, 2004, p.34).

Consiste, pues, en la nueva concepción de percibir y abordar los problemas del conocimiento y la sociedad, ya no de forma aislada, desconociendo posibles

relaciones con otras causas y con otros tópicos, adentrándose en las estructuras propias del fenómeno tratado.

Esta teoría involucra a todos los individuos que conforman el habitat problémico y los convoca a unificar esfuerzos en la búsqueda de la posible solución. El trabajar mancomunadamente hacia el mismo fin, aportando desde cada disciplina, permite a la comunidad científica ahorrar esfuerzos y encausarlos de manera adecuada, evitando así el desgaste inútil de energía y de recursos, disminuyendo a la vez costos y asegurando los recursos de forma estable.

El otro aspecto que caracteriza la estructura sistémica y que, a la larga, resulta ser otro de sus beneficios, es el de rapidez o velocidad. Ya se vio como la invención de las máquinas inteligentes ayudó de manera vertiginosa a la comprensión y la aplicación de las matemáticas en la solución de problemas prácticos que antes tardaban grandes cantidades de tiempo por su misma complejidad.

Los sistemas, aceleraron estos procesos y revolucionaron la ciencia, siendo la cibernética la más beneficiada de este adelanto. El tiempo se redujo y con resultados más fiables por su exactitud.

No obstante, ese elemento de velocidad, fugacidad, velocidad, propio de la ciencia y la sociedad actual, no necesariamente puede ser considerado un adelanto que favorezca auténticamente el desarrollo del hombre y la sociedad. Hay quienes ven esta teoría un aspecto desfavorable y en detrimento de tal desarrollo.

Tal es el caso del italiano Paul Virilio, arquitecto de profesión, filósofo y sociólogo consumado. Se ha opuesto enfáticamente al auge del desarrollo tecnológico criticando la velocidad con que este se propaga, con el único afán y

único propósito de controlar la conducta humana e invadir su privacidad, quitarle su humanidad: “las nuevas tecnologías son las tecnologías de la cibernética. Las nuevas tecnologías de la información son la tecnología de la puesta en red de las relaciones y la información y, como tales, son claramente portadoras de la perspectiva de una humanidad unida reducida a una uniformidad” (Virilio,199, p. 14).

Según este autor, la rapidez del desarrollo y la puesta en escena del mismo hace sentir a la gente ciudadana del mundo, cosmopolita; nada es secreto, todo se sabe al instante; lo que aparece en panorama del confort es apetecido y alcanzado por todos prontamente, perdiendo de vista su identidad y su voluntad como individuos. Se convierten en masa que sigue unos lemas publicitarios que sólo alienan y obnubilan.

Alabar los méritos de las nuevas tecnologías, útil sin duda, para la publicidad de los nuevos productos, no creo que lo sea para la política de las mismas. En adelante hay que tratar de señalar lo que es negativo en lo que parece positivo. Sabemos que no progresamos por medio de una tecnología, sino reconociendo su accidente específico, su negatividad específica. ( Virilio, 1999, p.16).

No es el rezago de un tecno fóbico, que de manera necia se opone al avance de la ciencia y al desarrollo tecnológico; no se trata de ser contestatario en franca lid contra los tecnófilos, quienes ven en advenimiento de los adelantos la solución a los problemas de la humanidad. Se trata de un estudioso y de un conocedor de la materia, que de manera concienzuda expresa más que su preocupación, su angustia, por la “demencia” desatada entre la gente, las novedades tecnológicas.

Las promesas de la sistémica, la robótica, la cibernética y las redes de la información (internet), deben ser auscultadas minuciosamente porque pueden ocasionar, a mediano plazo, desencanto y decepción en los que hoy se alimentan, se nutren y dependen ellas.

Si la cibernética y la complejidad esgrimen la rapidez, la velocidad y la exactitud en la prevención de los fenómenos y la solución de los problemas cotidianos, estos estandartes pueden estar convirtiendo al hombre en un ente sin conciencia, en un autómatas, y en consecuencia lógica para este resulta imperceptible tal anomalía. “la noción de velocidad es una cuestión primordial que forma parte del problema de la economía. La velocidad, es a su vez, una amenaza tiránica...no se puede la velocidad de la riqueza...toda sociedad, es una sociedad de carreras” (Virilio, 1999, p.18).

Como se evidencia el auge de la TGS , la cibernética y la complejidad, tienen también sus detractores que denotan conocimiento de causa y vaticinan los posibles riesgos de aceptar por verdadera una teoría sin someterla al método riguroso, como lo propusiera Descartes en el siglo XVI. Se cita a este autor, por su importancia dentro de la discusión que se viene analizando, por sus aportes en el campo de la reflexión y en aras a una crítica más imparcial, que sin duda enriquece el trabajo que se sigue llevando.

Esta teoría, va permeando todos los ámbitos de la sociedad. La educación, por tanto, no ha estado ajena a la implementación de la estructura sistemática, de ahí que en las políticas educativas de los estados se denomine a este servicio y derecho constitucional y universal como el *sistema educativo*. A continuación se verá cómo ha

venido siendo permeado este factor tan importante en el desarrollo de los individuos.

Tema central de la presente investigación.

1.6.2 La Cibernética: Como quedó enunciado al inicio de este trabajo, el término cibernética evoca significados muy diversos y hasta confusos, sobre todo para quienes no se encuentran familiarizados con la jerga científica o el campo académico. En el presente capítulo se propone dilucidar este concepto desde su campo semántico y sus diferentes acepciones a través de la historia y su intrínseca relación con la teoría de sistemas y su incidencia con el pensamiento complejo y el sistema educativo. Para tal propósito se toma la explicación de quien es considerado el “gestor” de esta ciencia moderna (Wiener, 1998).

Si se atiende a la definición somera y clara del diccionario de la lengua española es la ciencia que estudia los mecanismos de control en las máquinas y los seres vivos”

Cibernética. Esta palabra evoca, a los que no son iniciados en el tema, un alto nivel científico, adelanto tecnológico, robótica, invención de máquinas inteligentes, y coincidentalmente, suma complejidad. Pareciera, incluso, un término nuevo o novedoso, producto de este tiempo; y aunque así es, tanto el concepto como su significado, datan de tiempos antiquísimos, como se presenta más adelante.

Para comprender mejor su significado y su importancia en el campo del conocimiento, es preciso contextualizar el momento histórico en el que tuvo su origen y se acuñó el término propiamente dicho.

Quién alguna vez, aludiendo al horror de la guerra afirmó que lo peor de esta es que hace que el hombre saque lo mejor de sí para destruir. Así ocurrió durante el conflicto bélico mundial en el que los aliados luchaban por derrotar a los países del eje, liderados por Alemania y su incontenible afán por expandir el nazismo. Durante la prolongación del conflicto y la inminente amenaza de ser doblegados en número y tecnología por los ejércitos enemigos, los militares estadounidenses se ven ante la necesidad de generar otras armas, más sofisticadas y efectivas que contrarrestaran las fortalezas de los enemigos. La cibernética hace su aparición ante el mundo contemporáneo y pone en evidencia el giro contundente del conocimiento científico al servicio de la guerra.

Ya la primera guerra mundial había sido catalogada la “primera guerra moderna” por el uso de la artillería pesada, los tanques y sobretodo, la aviación. Ahora, ante la nueva amenaza para el mundo democrático, la segunda contienda de orden internacional hará perfeccionar aún más los adelantos militares...una de las pocas ventajas del gran conflicto fue el rápido desarrollo de las invenciones” (Wiener, 1998, p.142).

Tal vez nunca la humanidad había sentido tanto desarrollo tecnológico ni tanto despliegue de maquinaria novedosa producto de la invención del hombre, como durante la década de los cuarenta. Por eso varias denominaciones se le han concedido a esta época, entre otras, el de la era de la información y la tecnología y la era atómica. Las nuevas generaciones han nacido inmersas en la sociedad de la tecnología y el desarrollo científico.

Sobre los artefactos de guerra (artillería, aviación y bombas de enorme capacidad destructora como la B1 y B2 y por supuesto, la bomba atómica), maravillaron y revolucionaron el orbe en el manejo de la información inventos como el radar-que favoreció la aeronavegación militar y comercial- y el computador y su consecuente complemento, la internet, dando origen a la hoy conocida y difundida sociedad red (Soto, 2010, p. 14).

Pero hubo un directo responsable detrás de todos estos adelantos y fue precisamente el creador de esta nueva ciencia, de esta nueva y revolucionaria “religión”, Norbert Wiener. Según uno de sus biógrafos, Wiener fue quien inspiró al “hombre nuevo” entorno al cual giraría la también “nueva sociedad”. Fue este norteamericano, de profesión matemático, quien creó la cibernética y la ciencia general de la comunicación. A pesar de su importancia, la influencia que tuvo en nuestra modernidad no es muy conocida. ¿Quién dentro del gran público, oyó realmente hablar de él? (Soto, 2010, p.15).

Resulta sorprende la biografía de este “genio” que desde muy temprana edad demostró sus dotes para la matemática y no menos debe sorprender que fuera él el responsable durante la segunda guerra mundial de la investigación en el campo de la autorregulación de la artillería antiaérea en el bloque aliado, lo que a la postre resultó contundente para la defensa de los ejércitos en tierra y coadyuvó a la consecución de la victoria final.

A partir de este trabajo, Wiener (1998) formuló los postulados fundamentales de la cibernética, entendida como la ciencia que implica la interacción entre las máquinas y los humanos. Fruto de estos estudios y sus consecuentes aplicaciones,

publicó su libro titulado “Cibernética o control y comunicación en animales y máquinas” en el cual el autor explica el campo epistemológico de esta novedosa ciencia de la cual se han de desprender necesariamente la teoría del control, la robótica y la nanotecnología que son los soportes de la ciencia actual.

Ahondando un poco más sobre las implicaciones de la cibernética. Como se mencionó fue durante la segunda guerra mundial que se gestó esta disciplina y fue Wiener (1998), quien innovó la noción de autorregulación, esto debido a que la artillería antiaérea fallaba en la precisión de sus descargas debido a las diferencias de velocidades, pues cuando el tirador disparaba sus ráfagas manualmente valiéndose exclusivamente de su visión al apuntar el cañón, cuando el misil o la munición alcanzaba el punto del blanco, el objetivo-el avión- ya había abandonado el punto de contacto, gastando así recursos en vano y diezmando las esperanzas de ganar la contienda (Wiener, 1998).

Ante esta realidad, Wiener (1998) ve la necesidad trabajar sobre una nueva variable: la predicción de la trayectoria que cubriría el avión y de esta manera disparar más adelante del blanco, anticipar el punto futuro en el que se intersectaran el misil y el avión. Lo importante en este punto era determinar de forma matemática, exacta, el tiempo, la distancia y la velocidad con que se desplazan de ambos artefactos por el aire.

Producto de esta necesidad se diseñó el radar en Inglaterra. Este artefacto pasó a ser el encargado de enviar al cañón la información precisa de tiempo, velocidad y distancia del avión para ejecutar el disparo con precisión. Por tener los mismos principios físicos del radio (recoger el eco de ondas electromagnéticas por

medio de antenas que se reflejaban en objetos), sobre permitía medir la distancia de un objeto (el avión) con respecto a un punto de ubicación y su dirección. El resultado fue evidente y los logros militares contundentes.

Con esta demostración de tecnología se patentó la ciencia cibernética como la abanderada del mundo posmoderno y queda clara la estrecha relación entre las nociones de control y comunicación y sus subsecuentes derivadas de mensaje y cantidad de datos; de esta manera surge, también, la noción matemática de comunicación y la información, base de la sociedad tecnologizada, la sociedad de la computación, de la información.

La invención del computador pone de relieve la similitud existente entre este y el cerebro humano, se equipara al hombre con la máquina; la inteligencia cerebral con la inteligencia artificial; cerebro y el computador; se replantean la propia definición de lo que es un “hombre”, un “humano”; se entremezclan las ciencias de la vida (biología) y la mecánica. Es entonces que se comprende de forma precisa lo que significa Cibernética.

1.6.3 Pensamiento complejo: Aunque ya previamente se dilucidó el concepto mismo de la complejidad y sus diversas connotaciones dentro del campo del conocimiento y en todas las esferas del ámbito social, en este aparte se tratará el concepto más a fondo para entender las implicaciones que conlleva y sus propias complejidades, pues se trata, al fin y al cabo de todo un “sistema de pensamiento”, de una teoría y por lo tanto no se puede hacer su análisis a la ligera. Así mismo, se buscará establecer el nexo directo que plantea su autor (Morín) con los programas educativos y en general con el sistema educativo.

Para comprender el problema de la complejidad, hay que saber, antes que nada, que hay un paradigma de simplicidad. La palabra paradigma es empleada a menudo. En nuestra concepción un paradigma está constituido por un cierto tipo de relación lógica extremadamente fuerte entre nociones maestras, nociones clave, principios clave. Esa relación y esos principios van a gobernar todos los discursos que obedecen, inconscientemente a su gobierno. Así es que el paradigma de la simplicidad es un paradigma que pone orden al universo, y persigue el desorden. La simplicidad ve a lo uno y ve a lo múltiple, pero no puede ver que lo Uno puede, al mismo tiempo, ser Múltiple. El principio de simplicidad o bien separa lo que está ligado (disyunción), o bien unifica lo que es diverso (Morín, 2007, p.89).

Tomando el ejemplo del propio Morín, el cuerpo humano es uno; sin embargo lo componen elementos biológicos, físicos, psíquicos, culturales, etc. Para abordar dolencias del cuerpo la ciencia se especializó en la parte somática, y a la vez en ramas aún más específicas (ortopedia, neurología, oncología) y para las patologías de la mente tuvo que adentrarse en disciplinas tan abstractas como la psicología, la psiquiatría, o la metafísica.

Esta reducción científica sin duda contribuyó a la mejor comprensión de la autonomía humana y a solucionar los problemas de esta de manera acertada. No obstante, se dejaba de lado la relación existente entre estos componentes, las cuales posiblemente incidían en las situaciones de malestar o bienestar del paciente evidenciando un vínculo psicosomático. Ya Descartes, lo había tratado en su teoría de la interacción de las sustancias (Pensante y extensa) concluyendo que la mente no puede existir sin el cuerpo y viceversa; que una idea, intangible y etérea, sólo se

puede concretar en el mundo real físico, a través del cuerpo, mediante la acción voluntaria de este. Hoy se sabe que efectivamente todos los componentes del ser humano repercuten en el desarrollo pleno de su ser.

De igual manera, sólo mediante la comprensión de los aspectos biológicos y su afección con el ambiente, con el entorno, se pudo tener una mejor comprensión de la conducta del individuo (ética) y su convivencia con sus congéneres (moral). Surgen así disciplinas humanistas como la sociología, la política, la antropología social, la bioética.

En el estudio de las ciencias, también se mantuvo la división de la naturaleza para su estudio. Se clasificaban los seres en los reinos mineral, vegetal, animal, para su mejor comprensión e identificación (taxonomía). Tuvo que aparecer una nueva ciencia que los integrara mostrando su indisoluble relación y su interdependencia, situando al hombre como eje de esta cadena natural, la ecología.

Esta ciencia, además, demuestra que es tal la dependencia de todos los seres naturales que cohabitan el planeta, que se requiere la muerte y desaparición de individuos o especies para la subsistencia de otros -cadenas tróficas-. "...la vida es un progreso que se paga con la muerte de los individuos, la evolución biológica se paga con la muerte de innumerables especies. La degradación y el desorden conciernen también a la vida. Por lo tanto, el desorden y el orden aun siendo enemigos uno del otro, cooperan de alguna manera, para organizar al universo" (Morín, 2007, p.92).

La complejidad, entonces, implica negación y antítesis entre los componentes del sistema. "Se puede decir que el mundo se organiza a partir de la desintegración.

Se deben unir dos nociones que lógicamente parecieran excluirse: orden y desorden. Más, aún, podemos pensar que la complejidad de esta idea es aún más fundamental. En efecto, el universo nació en un momento indescriptible, que hizo nacer al tiempo del no- tiempo, al espacio del no-espacio, a la materia de la no-materia. Llegamos, por medios completamente racionales a ideas que llevan en sí una contradicción fundamental” (Morín, 2007 p.94).

Por tanto, nada queda excluido de la realidad; todo está ligado de modo explícito o implícito, pero nada existe por sí sólo y cada elemento tiene su razón de ser dentro del gran sistema. Si algo no resulta claro, o no se explica su razón ni se comprende su estructura o proceso de funcionamiento, no se puede decir que es un error...en la visión clásica cuando una contradicción aparecía en un razonamiento, era una señal de error. Significaba dar marcha atrás y emprender otro razonamiento. Pero en la visión compleja, cuando se llega por vías empírico-racionales a contradicciones, ello no significa un error sino el hallazgo de una capa profunda de la realidad, que, justamente, porque es profunda, no puede ser traducida a nuestra lógica” ( Morín, E. 2007, p.109).

1.6.4 Pedagogía sistémica. La ciencia, dentro del ámbito educativo se presentó siempre fragmentada; la realidad fue seccionada para su estudio y comprensión. El conocimiento consistía en asimilar unidades mínimas de la realidad consignadas en asignaturas. Cada materia, se construía alrededor de “modelos analíticos, explicativos, de esos elementos irreductibles; obviamente, el átomo para

la Física, la célula para la Biología, la molécula para la Química, o incluso, el reflejo condicionado para la incipiente Psicología” (Colom, 1987, p. 15).

De esta manera se diseñaba el currículo, se planteaban las didácticas, las metodologías y los mecanismos de evaluación. Cada materia tenía, por separado, un campo propio de acción y tendía a sus propios objetivos; pero de forma independiente y, hasta aislada, de las demás ramas del saber. El estudiante, por tanto, pasaba su tiempo de academia adquiriendo conceptos, fórmulas, esquemas y microsistemas de muchas disciplinas, pero sin poder hacer su interrelación para su aplicación, aún más, sin sentir la necesidad de dicha concatenación.

Igual ocurría con el lenguaje. Se enseñaba de manera analítica la estructura clásica de conformar la oración por sus partes, por sintagmas. Cuando, posteriormente el profesor Ferdinand de Saussure en las primeras décadas del siglo XX, propuso la necesidad de estudiar la lengua en su totalidad, “iba alumbrando una concepción de la lengua que se apartaba radicalmente de la tradicional concepción analítica, también presente en los estudios lingüísticos del momento, Saussure, propondrá la necesidad de estudiar la lengua en su totalidad- el sistema de la lengua” (Castillejo, J.L. y Colon, A. J. 1987, p.19)

Esta novedosa concepción de ver los fenómenos naturales, a manera de sistemas, impactó el orden social, y por ende, el orden educacional “ un joven biólogo alemán, Ludwig Von Bertalanffy , se interesa por la construcción de una biología organísmica y dinámica, por tanto, funcional, y, en general, por consolidar una línea de trabajo que frenase la paranoia analítica del momento, pues, en su intento de explicar lo que era la realidad profunda de las cosas, los organismos – su

organización, su funcionalidad, sus relaciones, sus mecanismos de funcionamiento, etc. – encaminó su investigación por la senda de los estudios sintéticos, o sea, referidos a totalidades o sistemas, tal como ya denominará a su nuevo objeto de estudio” (Castillejo, J.L. y Colon, A. J. 1987, p.19)

Pero Bertalanffy no se limitó al estudio sistémico de la Biología, sino que indagó este mismo aspecto en todas las demás ciencias, para así lograr una visión sistémica de toda la realidad, de cualquier realidad, del mundo. “Bertalanffy, al separarse definitivamente de la ciencia del microscopio, pretendió construir una ciencia del microscopio, y, plantear, por tanto, un método de estudio de la complejidad con que se nos presenta la materia” (Colon, 1987, p.17).

A partir de esta propuesta, ya la ciencia no sólo buscará los componentes de la materia sino, de la composición misma. Se cambia toda la concepción de mundo y se presenta una nueva forma de pensar la realidad, la ciencia, el mundo, la educación.

## 1.7 METODOLOGÍA

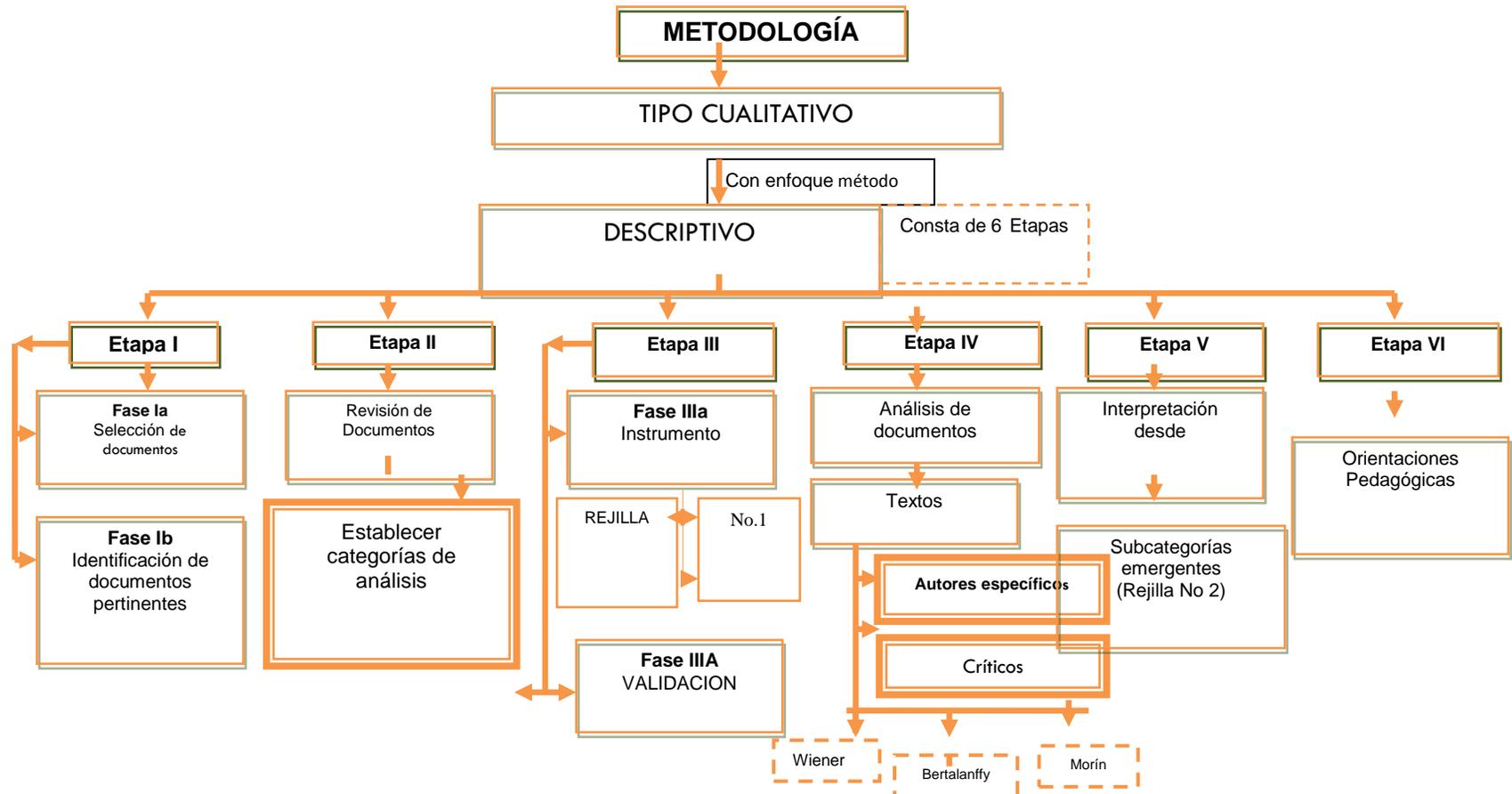


Figura 2. Etapas de la investigación

La metodología que se empleó en la presente investigación es cualitativa, de enfoque descriptivo, por su diseño flexible, su posibilidad interpretativa y contextual.

Esta investigación abordó seis etapas para su desarrollo:

Primera etapa: selección e identificación de documentos pertinentes al propósito de esta investigación, aquí, se revisó el material bibliográfico y se jerarquizó consecuentemente con las temáticas abordadas. Se eligieron los autores indispensables y sus respectivas obras, así mismo, los comentaristas críticos que apoyarían la interpretación de las teorías, para una mayor comprensión.

Segunda etapa: revisión de documentos y definición de categorías de análisis iniciales. Se establecieron categorías de análisis que previamente fueron codificadas para, progresivamente, ir estableciendo la relación entre el problema y cada uno de los objetivos propuestos.

Tercera etapa: Diseño de la rejilla No 1 que permitió relacionar los elementos relevantes, similares o divergentes que se conservaban en los documentos.

Cuarta etapa: Análisis de documentos.

Quinta etapa: interpretación de la información. Se realizó a partir de determinar las relaciones existentes entre las teorías tratadas, estableciendo en todo momento su incidencia en el sistema educativo, por ser el tema eje del trabajo. A partir de aquí se entrecruzaron las categorías iniciales que ofrecían elementos de relación para el análisis y la crítica y que originaron las subcategorías emergentes (rejilla No. 2) para el desarrollo de cada capítulo de la investigación.

Finalmente, se realizó la redacción de los capítulos, cinco en total, con sus respectivos subtemas, los cuales, a su vez, fueron debidamente delimitados por su pertinencia. Esta redacción tuvo el cuidado necesario de interrelacionar, cruzar, las categorías y subcategorías establecidas.

## **2. TEORÍA GENERAL DE SISTEMAS (TGS): LA AUTORREGULACIÓN DE LOS PROCESOS**

Este capítulo Identifica los elementos que constituyen la teoría general de sistemas a partir de la relación de las categorías autorregulación, velocidad y procesos. Así mismo, se plantea el influjo de esta teoría en la conformación de la ciencia cibernética.

### **2.1 TEORÍA GENERAL DE SISTEMAS (TGS) Y EDUCACIÓN**

Se ha dicho que en la vida académica “se debe saber de todo un poco y de una sola cosa todo”, lo cual puede ser provechoso y práctico pero a su vez estéril. Los esfuerzos de unificar las diversas disciplinas (en las instituciones asignaturas o materias) no siempre resulta provechoso, menos eficiente; pues generalmente cada vertiente del saber es asumida por un pedagogo especialista desde su pregrado, y sigue ahondando su especialización en su formación pos gradual. Así, estos programas o currículos transversales resultan siendo una madeja confusa y abstracta de conceptos, metodologías, didácticas, que a la larga no dejan nada en claro prestando más a la confusión dejando la sensación de no ser más que una “colcha de retazos”.

La instrucción habitual en física, biología, psicología, o en ciencias sociales las trata como dominios separados, separadas de subdominios cada vez menores,

proceso repetido hasta el punto de que cada especialidad se torna un área insignificante, sin nexos con los demás” (Bertalanffy, 2004, p.51).

En contraste, lo que demanda el mundo actual es un conocimiento holístico, que abarque el todo y conozca sus interrelaciones, sus causas, sus procesos, sus efectos y los diagnostique con el mayor grado de precisión posible; con rigor heurístico (investigativo, hipotético, probabilístico). Es lo que demanda la sociedad académica, el mundo mediático y globalizado. A eso está llamada la educación. “vistas las cosas de este modo, la teoría general de los sistemas se convierte en un importante auxilio a la síntesis interdisciplinaria y la educación integrada” (Bertalanffy, 2004, p.53).

Cuando se habla de educación, no se hace referencia exclusivamente a la integración intelectual de constructos científicos, teoremas, fórmulas, teorías, etc. También se incluyen los valores éticos, que son los que, en últimas, forman la estructura fundamental del ser persona humana y a su desenvolvimiento con sus congéneres, a reconocer su otricidad.

Las esperanzas de vida actuales son superiores a las que disfrutaba el ser humano en los últimos siglos y en las últimas décadas. La aplicación de los métodos modernos de agricultura y zootecnia científicas, bastarían para sostener una población humana muy superior a la que hay actualmente en nuestro planeta. Lo que falta, sin embargo, es conocimiento de las leyes de la sociedad humana y en consecuencia una tecnología sociológica...si dispusiéramos de una ciencia de la sociedad humana bien desarrollada y de la correspondiente

tecnología, habría modo de escapar del caos y de la destrucción que amenaza nuestro mundo actual (Bertalanffy, 2004, p. 55).

Desgarradores hechos, efemérides imborrables, imágenes deplorables, se han tenido a lo largo de la historia a causa de las prácticas nocivas de la ciencia, mal empleada, y no se refiere sólo a los eventos bélicos, también a la manipulación genética y la producción de insumos destructivos para la vida misma. Esta no debería ser la función de la ciencia, todo lo contrario, se refiere a acciones filantrópicas y altruistas, que dignifiquen la vida en el planeta.

La teoría de sistemas tiende a replantear el fin último de las ciencias positivas, su esencia misma. Su campo epistemológico debe reencausar sus prácticas y cumplir su función social, su vocación: el desarrollo de la persona. Para ello, el sistema educativo, puede convertirse en el medio más pertinente.

## 2.2 LO ESENCIAL DE LOS SISTEMAS: LA RETROALIMENTACIÓN

Si la cibernética estudia los mecanismos de control tanto en los seres vivos como en las máquinas, el paso subsiguiente consiste en conocer cómo opera este control y el grado de efectividad que representa. Para tal efecto se cita el ejemplo que propone el mismo Wiener:

Supongamos un mástil de señales ferroviarias. El operario manipula una serie de palancas que conectan o desconectan las señales semafóricas y que regulan la disposición de los conmutadores. Sin embargo, no se conforma con suponer a ciegas que las señales y los conmutadores han seguido sus

órdenes. Los conmutadores pueden haberse averiado por efecto del hielo, lo que puede afectar las señales, las que no coincidirían con las órdenes cursadas. ...para evitar tal riesgo, el operario prefiere constatar la respuesta de forma visual, tradicional” (Wiener, N. 1998, p.135).

En este ejemplo señala el autor cómo, aunque la máquina está diseñada para autorregularse y cumplir las funciones con precisión, la intervención humana aporta mayor eficacia a la respuesta de tales órdenes, esto debido a la capacidad de deliberación que tuvo el operario al prever situaciones anómalas que podrán afectar la respuesta del sistema. “En este sistema aparece un eslabón humano en la cadena de transmisión y regreso de la información: en lo que a partir de ahora denominaremos cadena de retroalimentación *-feedback-*” (Wiener, N. 1998, p.136). Sin embargo, hay cadenas de retroalimentación en las que no interviene ningún factor humano, como los termostatos que regulan la temperatura de las casas de forma autónoma sin que se requiera la injerencia humana, sólo mediante la percepción de los cambios repentinos de los factores ambientales. En ambos casos se evidencia la retroalimentación.

Otro ejemplo que cita Wiener (1998) se refiere al paciente neurológico que sufre alteración de su sistema nervioso central, a simple vista es una persona normal, pero al querer coger un vaso de agua y querer llevarlo a la boca su mano tiembla (oscila) cerca de este sin lograr capturarlo. Aquí no se logra el control por parte del sujeto, aunque tenga volición, sobre la realidad externa, no se logra la retroalimentación de forma acertada (Wiener, N. 1998).

Los ejemplos anteriores, el primero sobre funcionamiento mecánico y el segundo sobre tratamiento neuronal, son análogos para trasladarlos al plano social y al de la educación. La sociedad se comporta como un gran sistema que se auto regula por fuerzas internas y que a su vez ejerce control sobre todos los individuos que la integran, los cuales a su vez se interrelacionan entre sí y dependen unos de otros. Se genera una sinergia que los mantiene unidos y a la vez en movimiento continuo.

La teoría general de sistemas, en las décadas de los cincuenta a los setenta (Castillejo, J.L. y Colon, A. J. 1987), buscó posicionarse en el panorama científico y sobra dentro del campo de la filosofía de la ciencia. Su reconocimiento, aunque fue lento, finalmente hoy se ha convertido en referente importante en todos los campos del saber.

Al menos desde la perspectiva de las Ciencias Humano-Sociales, la Teoría general de Sistemas, es, hoy por hoy, la solución de más alto nivel que en el campo de epistemología se ha conseguido para este tipo de estudios. Hasta tal punto es cierto que incluso la propia T.G. de S. se ha convertido en el fundamento de una concepción epistemológica- la sistémica- que posibilita y logra un enfoque de las ciencias humanas que se aglutina, sin ningún tipo de complejo, a las formas del conocimiento racional que la propia epistemología demanda para las ciencias de la naturaleza (Castillejo, J.L. y Colon, A. J. 1987, p.18)

Por antonomasia, la T.G.S. recurre al análisis de las “estructuras” que subyacen a los fenómenos naturales y, también, sociales. De tal suerte que

actualmente se habla de “estructura social”, “estructura de la célula”, “estructura de la lengua”...etc. Dejando evidenciada la influencia que esta ha tenido en todos los ámbitos de la vida humana, dentro de los cuales el término “estructura” tiene significado idéntico, o, el mismo.

Pues bien, lo que pretende la teoría de sistemas, es exactamente estudiar estos temas que son de aplicación e interés para todas las ciencias ya que, independientemente del campo concreto de estudio al que nos refiramos, llega un momento en que el investigador se encuentra con unas situaciones y problemas que son comunes a todas las ciencias; si la ciencia es un lenguaje acerca de la realidad, el estudio de esta realidad se verá irremisiblemente abocado a la utilización de términos, conceptos o categorías idénticas, pues todas ellas se refieren a lo real (Castillejo, J.L. y Colon, A. J. 1987, p.19)

Lo que se está expresando en la anterior cita, es la pretensión de la T.G.S. de elevarse al nivel de ciencia, en su *carácter matemático*, pues al reunir los rasgos comunes que se hallan en toda estructura se podría establecer una fórmula que aplicada a todos los organismos vivos y sociales tengan el mismo efecto. La educación, entonces, tendría la misma estructura y, por tanto, se cumpliría para ella esta ley científica, fórmula matemática, convirtiéndose en *sistema educativo*.

El interés de la T.G.S. es estudiar el esqueleto de la realidad, o si se quiere, la base igualitaria y común a todas las ciencias, dejando para las diversas disciplinas particulares- la Física, la Biología, la química, la Antropología, etc. – el enramado específico de las mismas. Así, pues, la Teoría de sistemas,

pretende estudiar aquello que es común a todas las ciencias (*interdisciplinariedad*), convirtiéndose, por ello mismo, en una Teoría General para todas las ciencias(o para cualquier ciencia), con lo que, y al mismo tiempo, al buscar el almacén isomórfico y común a cualquier conocimiento, se nos presenta como una teoría sobre el propio conocimiento (Epistemología). La teoría General de Sistemas parte de una noción muy simple, de la noción de 'sistema', que es definida como: *conjunto de elementos en interacción*; a partir de aquí lo que realiza la T.G.S. es descubrir realidades que pueden ser entendidas como si fuesen sistemas y descubrir entonces el modelo -el sistema- para luego transferir todo el conocimiento que él nos ha proporcionado a la realidad misma (Castillejo, J.L. y Colon, A. J. 1987, p.20)

Siguiendo a Castillejo, J.L. y Colon, A. J. 1987, el enfoque sistémico de la educación se acoge a la categoría de Teoría en un doble sentido; en primer lugar, como teoría acerca de la realidad y en segundo lugar, como teoría acerca de la acción; puede, entonces, concebirse la educación en su dimensión científica y en su dimensión tecnológica, siempre que, en el primer caso nos se orienta al conocimiento de los hechos, de los resultados, y en el segundo, al conocimiento de las acciones, de los procesos. Como estos dos procesos se dan en la realidad, el enfoque sistémico de la educación propicia una teoría sobre la educación misma. Lo cual implica la propuesta de una pedagogía sistémica, tema de un nuevo capítulo en la presente investigación (Castillejo, J.L. y Colon, A. J. 1987)

A continuación, en el siguiente capítulo a establecer la incidencia de la T.G.S. en la conformación de la cibernética y la conformación de la complejidad y su proyección al sistema educativo.

### 3. LA CIBERNÉTICA: LA CIENCIA DEL CONTROL

*“La máquina artificial no puede repararse a sí misma, mientras que la máquina viva se regenera permanentemente. A partir de la muerte de sus células, según la fórmula de Heráclito: Vivir de muerte, morir de vida”*

EDGAR MORÍN

En este capítulo se establece las relaciones existentes entre la cibernética y la teoría general de sistemas a partir de la relación entre las categorías interrelación máquina-humano, control y regulación, comunicación y control.

Ya se vio como la T.G.S. se posicionó en todos los ámbitos de la vida y, a su vez, de cada campo del conocimiento científico, buscando su integración, su estructura y sus formas organizacionales, sus procesos y su funcionalidad. Es esta característica sistémica lo que permite al organismo o a la organización mantenerse en constante movimiento, él a la vez le permite buscar nuevas formas.

De ahí que las sociedades, los grupos no sean estáticas, sino que están en una permanente dialéctica, lo que consecuentemente les genera cambios, evolución.

Esto se dice también de sociedades de escalas más bajas: “es muy distinto en el caso del hombre y los otros animales sociales, las hordas de mandriles, o la manada de reses, las colonias de castores, las colmenas de abejas, los hormigueros. El grado de integración vital de la comunidad puede perfectamente aproximarse al nivel que se observa en un sólo individuo...todo el tejido nervioso de la colmena se

reduce al tejido nervioso de una sola abeja. Entonces ¿cómo actúa el enjambre al unísono y de una forma colectiva muy variable, adaptada y organizada? Es evidente que el secreto está en la *intercomunicación* de sus miembros” (Wiener, 1998, p. 206).

Las especies inferiores cuentan con códigos específicos de comunicación que por lo general no varían, (olores, colores, movimientos) la especie humana, en cambio cuenta con una amplia gama de medios para su comunicación alcanzando incluso la complejidad del lenguaje y la literatura. “Independientemente de los medios de comunicación que pueda tener la especie se puede medir la cantidad de información que esta capta, diferenciándola de la cantidad de información que percibe un sólo individuo” (Wiener, 1998, p.210). Lo que insinúa el autor es que lo mismo ocurre en las comunidades académicas: en las ciencias se llega a desarrollar tal grado de especialización que el titulado suele ser un analfabeto fuera de su reducido campo de conocimiento. Una comunidad académica puede tener menos información de grupo que cualquiera de sus individuos o a la inversa: un individuo poseer menos información de grupo.

Esto hace evidente la necesidad de revisar la comunicación entre los integrantes del colectivo y con el todo; de igual manera la comunicación endógena y exógena. En otras palabras, se deben retroalimentar. Así es la dinámica propia de la información, el lenguaje y la sociedad.

Heinz von Foerster, autor Austriaco, se convierte en otro teórico obligado para el análisis y la comprensión del tema, por su particular propuesta denominada la *cibernética de segundo orden*.

Preocupado por los problemas sociales del mundo actual, reconoce que el gran reto de la ciencia radica no sólo en solucionar dichas problemáticas sino además en tener la sensibilidad de detectarlas: “no tengo duda alguna de que ustedes comparten conmigo la convicción de que los problemas centrales de la actualidad son problemas sociales” (Foerster, 1996, p. 90).

Pero toda sociedad, a su vez, necesita para su existencia otros dos elementos: el observador, la descripción y el lenguaje. ¿Cómo interactúan? Se requiere de un observador del fenómeno social, este a su vez, hace descripción de lo visto, es decir recurre al lenguaje y al elaborar discurso lo transmite a otros, a una sociedad. Estos tres elementos son necesarios e inseparables, se necesitan y son indisolubles, no existen por separado “Esta interrelación puede ser comparada tal vez con aquella entre el pollo, el huevo y el gallo. No podemos decir quien fue primero, ni quién el último. Necesitamos a los tres para tener a los tres” (Foerster, 1996, p.90).

Por eso la sociedad encarna por antonomasia la estructura sistémica-cibernetica. Requiere autocontrol pero a la vez retroalimentación (Feedback). Pero el gran riesgo que surge aquí es que quien realice este retorno de información no lo haga de forma adecuada, sino, por contrario, de forma parcial y hasta tergiversada.

Para asegurar que esto no suceda se pide al observador que sea *objetivo*. En consecuencia se hace indispensable revisar la noción de “*objetividad*” atendiendo a la sentencia de que “las propiedades del observador no deben entrar en la descripción de sus observaciones”.

Para Foerster (1996), la objetividad en las personas no existe de forma total, pues siempre se mantienen los elementos emotivos propios de la constitución humana, pero eso no debe verse como algo negativo sino, por el contrario un aspecto importante que debe coadyuvar a la manifestación más legítima del fenómeno visto y así mismo de su necesidad de solución.” De allí que yo digo con toda modestia que proclamar ahora la subjetividad ¡no tiene sentido! Uno podría verse tentado a negar la objetividad y proclamar ahora la subjetividad “...tenemos que observar nuestra propia observación y, en última instancia, dar cuenta de nuestro propio dar cuenta” (Foerster, 1996, p. 93). A lo que alude aquí el autor es a esas propiedades, características que debe poseer un observador, algo así como crear un marco conceptual que abarca también al observador y no sólo de lo observado. “Los seres vivos y el medio interactúan permanentemente a partir de las propias estructuras que conforman su organización. En esas interacciones las estructuras cambian de modo constante; sin embargo, se trata de cambios capaces de mantener la unidad sin que esta pierda su identidad. De otro modo la interacción sería destructiva. Es de esta misma manera, es decir, al interior de un acoplamiento estructural entre individuos, que debemos comprender los fenómenos sociales” (González, Moena. 2006, p. 52).

Con esta condición se favorece el proceso de feedback y se alcanza un mayor grado de intercomunicación en el sistema social. Esta práctica garantizaría que en la sociedad, como en la ciencia, se aceptaran los cambios cuando estos sean necesarios, sin resistencia; que un paradigma ceda su lugar a otro cuando este demuestre axiomáticamente su conveniencia para la colectividad, lo cual no suele

ocurrir. “Thomas Kuhn argumenta que hay un gran cambio en los paradigmas cuando el que está en boga comienza a fallar, muestra inconsistencia o contradicciones. Sin embargo, puedo citar por lo menos dos ejemplos en los cuales no es la deficiencia en el paradigma dominante sino el hecho de ser verdaderamente irreprochable, lo que causa su rechazo...” (Foerster, 1996, p.94).

Es decir, sólo se logra un auténtico cambio y, por consiguiente, progreso si los individuos que toman parte del problema, dentro del sistema, reconocen de forma abierta- desprendiéndose de todo apasionamiento e interés mezquino – los cambios novedosos que resultan convenientes más allá de su complejidad.

Es en este aspecto que Foerster ratifica y hace más explícita su teoría de una *cibernética de segundo orden*: “yo digo que podemos considerar a la cibernética de los sistemas observados como una cibernética de primer orden; mientras que la cibernética de segundo orden es la cibernética de los sistemas observantes...uno en el cual el observador entra en el sistema estipulando el *propósito del sistema*. Podemos a esto una estipulación de primer orden. En una estipulación de segundo orden el observador entra en el sistema estipulando su *propio propósito*” (Foerster, 1996 p .96).

Lo que queda evidenciado en esta propuesta, es que se hace necesario que todo observador, todo individuo, que es un participante activo del sistema, no se limite únicamente a ver y describir los hechos, sino que además se involucre, con el hecho, tome partido y haga parte de la solución del cambio. No puede limitarse a estar pasivo ante la realidad, inerte, amparado en la pasividad negligente so pretexto que sólo “cumplimos órdenes”. Debe serse autónomo de los propios actos.

“La cibernética de segundo orden es una práctica epistemológica, una indagación mutua en las condiciones de nuestro conocer el mundo...en dicha práctica cada miembro del sistema puede definir sus propios propósitos sin imponer sus propósitos para los demás” (Foerster, 1996, p. 86).

No es posible entregar la libertad y la voluntad a terceros porque así como se es libre de responsabilidades, también se entrega la capacidad de decisión y la dignidad de personas. Esto, por supuesto que atañe a todos ámbitos sociales. Los cambios no llegan solos y, como ya se citó anteriormente se debe ser leal a los cambios de paradigma, anteponiendo los prejuicios y las posiciones cómodas.

#### 4. PENSAMIENTO COMPLEJO Y EDUCACIÓN: EL APORTE DE LA INTERDISCIPLINARIEDAD

*“Tengo por imposible conocer las partes en tanto partes sin conocer el todo. Pero tengo por no menos imposible la posibilidad de conocer al todo sin conocer singularmente las partes”*

*(Pascal)*

En este capítulo se interpreta la incidencia del pensamiento complejo en la educación a partir de las categorías de análisis especialización, interdisciplinariedad y pedagogía de la cibernética.

Las teorías precedentes han pretendido mostrar la manera como funciona la naturaleza y la sociedad, a manera de sistema; nada existe suelto, aislado, todo está concatenado y hace parte de un todo, el que a la vez, está en cada una de las partes. De igual manera, el conocimiento, no existe fragmentado, hace parte de una gran ciencia que está regida por la cibernética

Insistiendo más en el tema de la superespecialización y en la consiguiente pérdida del sentido de la realidad que conlleva, habría que decir que el pensamiento hiperespecializado se identifica con los espíritus tecnoburocráticos que domina el mundo contemporáneo. Estos espíritus son incapaces de concebir la globalidad y la complejidad de los fenómenos humanos. Es cierto que este tipo de pensamiento le permite a los especialistas una cómoda movilidad dentro de los campos que les son propios; sin embargo,

al no vincular ese conocimiento con un contexto más general, caen en un tipo de pensamiento mecanicista y simplificador de la realidad-lineal- que ignora las inter-retro-acciones entre los campos y los fenómenos que tienen lugar en esta. (González, M, 1997, p.38).

Por tanto, los saberes deben crear un entramado, una red organizada, de sus principios y fundamentos conceptuales que facilite su comprensión y su trabajo mancomunado. De ahí que se haga necesaria la interdisciplinariedad en la ciencia y en la educación. Pero, no basta con hacer la enunciación de esta amalgama de disciplinas, pues, bajo esta denominación se manejan otros conceptos sin que sean necesariamente interdisciplinarios:

Últimamente hay una marcada tendencia a la multidisciplinariedad y a la interdisciplinariedad. No obstante, estos esfuerzos son incompletos porque el método multidisciplinario, por ejemplo, se queda en una pura yuxtaposición de conocimientos, enriquecedora, por cierto, pero manteniéndose al interior de la disciplina y, por ende, manteniéndola...todo el sistema académico-universitario-científico, se resiste a una mayor apertura. Esta resistencia se manifiesta en el mantenimiento de la organización disciplinar de los conocimientos científicos (González, M, 1997, p.38).

Para evitar tal confusión, el pensamiento complejo, ofrece su aporte, para aunarlo al ya dado por la teoría general de sistemas y la Cibernética. Este aporte a la

educación, el cual consiste en tres principios: el dialógico, el de recursión y el hologramático.

Principio dialógico: consiste en unir los puntos de vista diversos, las teorías, aparentemente contrarias, los principios o nociones antagónicas, pero que son inseparables para poder comprender una misma realidad.

El físico Niels Bohr ha reconocido la necesidad de pensar las partículas físicas como corpúsculos y como ondas al mismo tiempo. Pascal había dicho: lo contrario de una verdad no es el error, sino una verdad contraria. Lo importante para la complejidad es unir nociones antagonistas para pensar los procesos organizadores y creadores en el mundo de la vida y de la historia humana” (González, M, 1997, p.20).

Se puede interpretar este principio como un intento conciliador entre las diversas fuerzas sociales, y, claro, entre las diferentes concepciones de educación. Cada teoría, cada vertiente, encierra su propio saber, su razón de ser, su fundamento, su epistemología. No se trata de entrar en confrontación con el ánimo de deslegitimar la una a la otra, o, por el contrario, rebatir las críticas; todo lo contrario, se debe buscar la fortaleza, lo positivo, el aporte que coadyuve a la conformación de una mejor teoría y una sólida estructura. Que consolide el sistema, el sistema educativo. Luego se analiza el segundo principio, el principio de recursión.

Este principio, por su parte, hace alusión a la reciprocidad existente entre los individuos de un ecosistema, todos se necesitan y se nutren a su vez. Pero también actúan entre sí generando un movimiento autorganizador. Así como en

la naturaleza las cadenas alimenticias son indispensables para mantener en equilibrio ecológico, de igual manera en una sociedad los individuos son indispensables para la existencia de los otros y viceversa “El principio de recursión va más allá del principio de la retroacción –feed-back- ; él supera la noción de regulación por aquella de autoproducción y de autoorganización. Es un bucle generador en el cual los productos y los efectos son ellos mismos productores y causadores de lo que los produce. Así, nosotros individuos, somos los productos de un sistema de reproducción salido del fondo de los tiempos, pero este sistema sólo puede reproducirse bajo la condición de que nosotros mismos devengamos productores, apareándonos. Los individuos humanos producen la sociedad en y por sus interacciones, pero la sociedad, en tanto que todo emergente, produce la humanidad de estos individuos aportándoles el lenguaje y la cultura (González, M. 1997, p. 21).

El lenguaje simbólico, las normas de conducta, la política, la cultura, es lo que hace al individuo humano; pero él no lo aprende por sí sólo, en este aspecto no es posible ser autodidacta, debe hacerlo por medio que la misma sociedad ha establecido para ello, la educación, el sistema educativo.

*Principio hologramático:* Este es un principio esencial dentro de la concepción de la complejidad. Lo hologramático está presente en toda la realidad que circunda, en tanto en el mundo biológico, como en el psicológico. En el primero, cada célula del organismo contiene la totalidad de la información genética de ese organismo.

La idea entonces, del holograma, trasciende al reduccionismo que no ve más que las partes, y al holismo que no ve más que el todo. Esta es una visión lineal de la realidad. Podemos, por tanto, enriquecer al conocimiento de las partes por el todo y del todo por las partes, en un mismo movimiento productor de conocimientos (Morín, 2007, p.106).

De igual modo el aspecto hologramático se halla en los ámbitos sociales, culturales y políticos. Nadie el interior de un grupo, de una sociedad, existe de manera autónoma independiente de ella. De ahí que la antropología social es compleja. Desde la infancia el individuo se va impregnando de su todo, de su entorno, a través de las normas, los hábitos, los rituales, los códigos de conducta, los saberes el lenguaje, la educación. Ese “todo” penetra y se arraiga en su propio ser, de donde se desprende que el ciudadano es lo que el entorno hace de él, es su reflejo hologramático: es la síntesis del todo que lo ha formado y mantiene actualizándolo.

Quien alardee de no necesitar a su grupo social y declare su total y absoluta independencia del sistema cultural del cual se desprendió, está negando su propia existencia, “no puede la manzana negar la existencia del manzano, no puede negar la ola la existencia del mar”.

Si se tiene esa visión de interrelación e interdependencia y se sabe analizar el entramado que las sostiene y las concatena, entonces se tendrá conciencia del carácter multidimensional de las cosas que componen la realidad y se está asumiendo un pensamiento complejo.

La conciencia de la multidimensionalidad nos lleva a la idea de que toda visión unidimensional, toda visión especializada, es pobre. Es necesario que sea religada a otras dimensiones; de allí de que podemos identificar con la completud. En un sentido, yo diría que la aspiración a la complejidad lleva en sí misma la aspiración a la completud, porque sabemos que todo es solidario y multidimensional. Pero en otro sentido, la conciencia de la complejidad nos hace comprender que no podemos escapar jamás de la incertidumbre y que jamás podremos tener un saber total: la totalidad no es la verdad (Morín, E. 2007.p.101).

La educación, durante mucho tiempo se esforzó por la especialización de los conocimientos, por su fragmentación en aras a su mejor comprensión y a un mayor desarrollo. Pero esta tendencia, más que favorecer su intención, permitió ensanchar la brecha no sólo entre las disciplinas, sino además entre las ciencias humanas de las biológicas. La visión no compleja de las ciencias humanas, de las ciencias sociales, implica pensar que hay una realidad económica, por una parte, una realidad psicológica por la otra, una realidad demográfica más allá, etc”

Creemos que estas categorías creadas por las universidades son realidades, pero olvidamos que en lo económico, por ejemplo, están las necesidades y los deseos humanos. Detrás del dinero hay todo un mundo de pasiones, está la psicología humana...la dimensión económica contiene a las otras dimensiones y

no hay realidad que podamos comprender de manera unidimensional” (Morín, 2007, p.103).

Por tanto, quizá la institución universitaria deba asumir otra postura ante dicha fragmentación y aunar esfuerzos en la concepción de una malla curricular que tenga como estructura la complejidad, a la cual se adhieran todos sus programas, proyectos y asignaturas.

Todo sistema de pensamiento está abierto y comporta una brecha, una laguna en su apertura misma, pero tenemos la posibilidad de tener meta-puntos de vista. La meta-punto de vista es posible sólo si el observador-conceptualizador se integra en la observación y en la concepción. He allí por qué el pensamiento de la complejidad tiene necesidad de integrar al observador en su observación y su conceptualización (Morín, 2007, p.108).

No es posible comprender los cambios requeridos al interior de las reformas educativas ni el replanteamiento en las estructuras del mismo desde afuera; se hace necesaria la participación activa de todos los protagonistas de este colectivo-como ya quedó planteado por Bertalanffy (2004) en su propuesta de la cibernética de segundo orden. Se requiere que quienes ejercen el poder transformador se compenetren y se incluyan, es más, se inmiscuyan, se involucren en ese todo que es el sistema educativo.

## 4.1 PENSAMIENTO COMPLEJO Y DOCENCIA:

4.1.1 ¿Quién educará a los educadores? Según el propio Morín, “la misión de la educación para la era planetaria es fortalecer las condiciones de posibilidad de la emergencia de una sociedad-mundo compuesta por ciudadanos protagonistas, consciente y críticamente comprometidos en la construcción de una sociedad nueva” (Morín, 2006.p. 122).

Ya se ha señalado que el sistema educativo está llamado a reformar los modelos sociales y ha generar cambios trascendentes en su población, pero eso requiere un serio compromiso por parte de quienes regulan, controlan, el sistema, aún más de una sólida decisión de quienes ejercen tal labor social.; con la suficiente tenacidad y gallardía para reformar el pensamiento y “regenerar” la enseñanza”, educadores un altísimo sentido de su misión

El carácter funcional de la enseñanza lleva a reducir al docente a un funcionario, en tanto que el carácter *profesional* de la enseñanza lleva al docente a ser un experto. Por tanto (siguiendo a Morín) la enseñanza tiene que dejar de ser solamente una función, una especialización, una profesión y volver a convertirse en una tarea política por excelencia, en una misión de transmisión de estrategias para la vida. La transmisión debe ser entendida y practicada como una técnica y un *arte*.

Estas destrezas no están enumeradas en ningún manual, son innatas en el maestro e inspiradas por esa fuerza interna al momento de enseñar y que Platón denomino: “*eros*”; esa pasión que se entrelaza con el placer y el amor, “deseo y placer de transmitir amor por el conocimiento y por los alumnos”. Donde no hay

amor, no hay más que problemas de carrera, de dinero para el docente, de aburrimiento para el alumno.

En consecuencia, la educación, así repensada, debe estar regida sobre ejes estratégicos que permitan a la humanidad contextualizar sus problemas.

Cuando se mira hacia el futuro, se ven numerosas incertidumbres sobre lo que será el mundo de los hijos, de los nietos y de los hijos de los nietos. Pero al menos, de algo se puede estar seguros: si se quiere que la Tierra pueda satisfacer las necesidades de los seres humanos que la habitan, entonces la sociedad humana deberá transformarse. Así, el mundo de mañana deberá ser fundamentalmente diferente del que se conoce hoy, en el crepúsculo del siglo XX y del milenio. Debemos, por consiguiente, trabajar para construir un “futuro viable”. La democracia, la equidad y la justicia social, la paz y la armonía con el entorno natural deben ser las palabras claves de este mundo en devenir. Debe asegurarse que la noción de “durabilidad” sea la base de la manera de vivir, de dirigir las naciones y las comunidades y de interactuar a nivel global.

En esta evolución hacia los cambios fundamentales de los estilos de vida y los comportamientos, la educación –en su sentido más amplio- juega un papel preponderante. La educación es “la fuerza del futuro”, porque ella constituye uno de los instrumentos más poderosos para realizar el cambio. Uno de los desafíos más difíciles será el de modificar el pensamiento de manera que enfrente la complejidad creciente, la rapidez de los cambios y lo imprevisible que caracterizan el mundo. Debe reconsiderarse la organización del conocimiento. Para ello deben derribarse las barreras tradicionales entre las disciplinas y concebir la manera de volver a unir lo

que hasta ahora ha estado separado. Deben reformularse las políticas y programas educativos. Al realizar estas reformas es necesario mantener la mirada fija hacia el largo plazo, hacia el mundo de las generaciones futuras frente a las cuales se tiene una enorme responsabilidad.

## 4.2 PEDAGOGÍA SISTÉMICA

*“Se puede afirmar que existe una pedagogía cibernética desde una visión humanística, la cual explica cibernéticamente la educación”*

Desde los entramados epistemológicos que se ha pretendido dilucidar hasta aquí, se analiza la educación desde una perspectiva sistémica, por ser un subsistema social, por lo tanto, por lo ya visto, es un elemento complejo. La educación ha ido creciendo a la par con la sociedad, y a nivel interno, ha ido constituyendo su estructura y su funcionalidad.

La educación tiene una función determinada al interior de su cultura y consiste en la transmisión de los conocimientos a las generaciones jóvenes e integrarlos al grupo social mediante el cuidado de normas y códigos de conducta legisladas por sus mayores. Queda, entonces, claro, que cada sociedad crea su propio sistema educativo y le encomienda velar por el legado de las generaciones pasadas tendientes a formar los valores de los nuevos individuos.

En un principio, el Sistema Educativo, fue eminentemente familiar-tribal y, en este sentido, ligado plenamente a la organización general social. El momento que marca la separación y la distinción de lo educativo con la estructura

general social se halla en la aparición de los primeros centros específicos de educación o de formación de las nuevas generaciones, o sea, en la aparición de la escuela. Puede, entonces, decirse que las escuelas no actúan como algo aparte...no son entidades extrasocietarias , se encuentran insertas en el sistema social y, no por encima o sobre él (Castillejo, J.L. y Colon, A. J. 1987, p.18)

La pedagogía sistémica supone ampliar la mirada a todas las dimensiones que influyen en la cotidianidad: la dimensión transgeneracional, es decir, el vínculo que une al pasado ayudando a comprender mejor el origen, las raíces y la cultura; le aporta la afectividad y el sentido de pertenencia a su entorno, a su sistema.

Así mismo, se encuentra la dimensión intergeneracional, que refiere y aporta el vínculo entre padres e hijos; ayuda a comprender la genealogía del núcleo filial cercano y otorga rasgos del carácter que han de repercutir en la personalidad del individuo por toda su vida. Esta dimensión es la que inculca en la persona las primeras nociones de autoridad, jerarquías y normatividad. Incluye también la relación entre maestros y alumnos.

Una tercera dimensión, la intergeneracional, se refiere al sentido histórico de la persona, a la capacidad de asimilación del contexto histórico de sus generaciones pasadas y su comprensión del momento actual. Es muy importante que la educación diseñe un currículo que fortalezca esta memoria histórica en los estudiantes y les refuerce el valor por su contexto geo-histórico, por sus los líderes y próceres que ayudaron a la conformación de su nación.

Por último, la dimensión psíquica, que comprende al individuo como sistema físico, emocional. Mental espiritual. Ayuda a conformar las estructuras internas que le

permiten posicionarse de su lugar en la vida, afrontar su propia realidad y encontrarle el sentido a su propia existencia, en relación con los demás. Fortalece el sentido trascendental de la idea propia del individuo.

La TGS y la cibernética (de primer y segundo orden) han permeado todos los ámbitos de la sociedad. El campo educativo, es quizá, el más sensible y, a la vez, el medio más indicado para lograr los cambios que se requieren a nivel social.

Hoy el discurso desde la pedagogía ya denota un aspecto científicista que involucra la teoría de sistemas y que se integra de manera efectiva en los planes de estudio y los currículos sin reñir con las diversas concepciones axiológicas, políticas o culturales; al sistema y la educación comulgan en una relación ecuménica o mejor laical, que tiende a favorecer el desarrollo integral de los nuevos profesionales, por lo menos en el discurso así se percibe.

Actualmente se recurre a la designación de pedagogía sistémica para hacer referencia a la amalgama entre la pedagogía científica y la pedagogía de la acción, ambas inspiradas en la corriente positivista que inspiró el pragmatismo. Este crisol de propuestas converge para dar origen a la propuesta de *la escuela nueva* de la cual, a su vez, se desprendería varias vertientes en diversos momentos históricos. Es así que se logran importantes avances en ciencias como la psicología, la antropología social y la sociología.

Los estudios sistémicos en educación tuvieron su génesis a partir de los postulados de la TGS en cuanto a la necesaria interrelación de los fenómenos y las fuerzas y energías que se generan al interior de estos, vistos como un sistema.

El análisis estructural sistémico en la educación surgió como respuesta u oposición al método tradicional de análisis que privilegiaba la mera observación y descripción de los fenómenos de forma aislada y particular, desligándolos de todo.

Posteriormente con la aparición y consolidación de la Teoría General de Sistemas, por Bertalanffy (2004), durante la primera mitad del siglo XX, se incorporó una novedosa metodología para comprender el comportamiento del mundo natural y cultural. El estudio de los objetos y fenómenos, partía de identificar, dichos fenómenos y objetos, como sistemas” (Medina, 2008, p.26).

Esto hizo que se centrara el análisis en la estructura interna del sistema que se observaba, estableciendo las relaciones entre sus componentes, su taxonomía, sus estructuras de poder, su flexibilidad a cambios internos y externos sin perder su identidad, su propia organización y su capacidad para generar cambios de forma autónoma.

Al aplicarse el enfoque sistémico estructural a la educación se recurrió en consecuencia al estudio de los fenómenos sociales-pedagógicos de forma compleja e integral. Es aquí donde inicia su aporte la cibernética, pues es ésta la que se ocupa de las *retroalimentaciones, de las regulaciones y de los controles, de la naturaleza de la información y de los mecanismos empleados para su efectiva transmisión*. El sistema educativo, como es apenas obvio, cuenta con numerosos elementos o estamentos, dependencias, que no pueden trabajar de manera desconectada, que deben mantener su indisoluble contacto con cada parte e individuo de su entorno,

pues de lo contrario se pone en riesgo su cohesión, su unidad , su identidad, exponiéndose a su autodestrucción.

Los aportes de la cibernética a la educación se evidenciaron en el avance de las diferentes ciencias que abordaron su respectivo campo epistémico y encararon los cambios en educación en lo referente a la didáctica y pedagogía con el propósito de optimizar el aprendizaje. Así mismo se incursionó en la investigación y el diseño de máquinas “pensantes” que emularan la condiciones cognitivas humanas pero que pudieran resolver problemas con alto grado de dificultad de forma casi inmediata.

La aparición de las máquinas didácticas se constituyó en el momento fundante de la enseñanza programada. Tendencia desarrollada en los Estados Unidos de Norteamérica y, buscó examinar la naturaleza de la enseñanza a la luz de la teoría de los algoritmos...proceso que dinamiza el desarrollo de enseñanza-aprendizaje (Medina, 2008, p. 27).

Este desarrollo tecnológico-cibernético, revolucionó admirablemente la eficacia del proceso de aprendizaje. Se mejoraron los procesos de información (emisión), codificación (recepción de los contenidos y temáticas) y la regulación o constatación de los resultados conforme a los objetivos, lo que permitió formas de corrección y recuperación (feedback) y se hizo más eficiente el mecanismo de control (sistema evaluativo) gracias a la retroalimentación.

Fortalecer las estrategias ciudadanas relacionadas con la defensa de la dignidad humana y con la resistencia a todo tipo de crueldad inscrita -implícita

o explícitamente- en las formas institucionales en el actuar devenir de hierro de la era planetaria (Morin, E. 2006.p.10).

El pensamiento complejo evita la fragmentación y desarticulación de los conocimientos adquiridos, muestra modos de usar la lógica, rompe la dictadura del paradigma de la simplificación (Morín, E. 2003).

Pensar en la posible emergencia de una sociedad – mundo capaz de gobernar el devenir planetario de la humanidad superando la tensión de dos hélices mundializadoras: el cuatrimotor (ciencia, técnica, industria e interés económico) y las ideas humanistas emancipadoras.

¿Cómo enfrentar el mundo de hoy desde políticas educativa que atiendan más allá de lo instrumental, racional y tecnológico, de consumo compulsivo, de ausencia de conciencia planetaria? Se requiere un encuentro crítico de las políticas orientadas hacia:

“Fortalecer las condiciones de posibilidad de la emergencia de una sociedad-mundo compuesta por ciudadanos protagonistas, consciente y críticamente comprometidos en la construcción de una civilización planetaria” (Morín, 2006. p 122).

La enseñanza tiene que dejar de ser solamente una función, una especialización, una profesión y volver a convertirse en una tarea política por excelencia, en una misión de trasmisión de estrategias para la vida, que requiere además de la competencia, una técnica, un arte.

La misión supone, evidentemente, fe en la cultura y fe en las posibilidades del espíritu humano. La misión es, por lo tanto elevada y difícil, por que supone al mismo tiempo arte, fe y amor” (Morín, 2006, p. 123)

Es necesario promover acciones que aunque antagónicas son complementarias, por un lado las conservadoras, que permitan la supervivencia de la humanidad como el salvaguardar las diversidades culturales y naturales, las que contrarresten las amenazas de las armas nucleares y la degradación de la biosfera y por otro lado las revolucionantes (Morín, 2003)

La segunda acción solo podrá alcanzarse “revolucionando ampliamente las relaciones entre los hombres y la tecno burocracia, entre los hombres y la sociedad, entre los hombres y e conocimiento, entre los hombres y la naturaleza” (Morin, 2006 p. 126).

La resistencia como condición conservante de la supervivencia de la humanidades a las actividades de barbarie, la problematización de las ideas que permitan repensar el concepto del desarrollo y a pensar críticamente la idea también subdesarrollada de “subdesarrollo” (Morín, 2003)

“el subdesarrollo de los desarrollados crece con el desarrollo socio económico, con el subdesarrollo moral, psíquico e intelectual, con el desarrollo del subdesarrollo ético que idea ver la miseria mental de las sociedades ricas, la carencia de amor, la maldad, la agresividad” (Morín, 2003)

## 5. CONCLUSIONES

*Todo descubrimiento real determina un método nuevo, por lo tanto debe arruinar un método anterior”*

*Gilgamesh*

Luego de este análisis de las teorías tratadas y, de su relación, estableciendo semejanzas y puntos disimiles en cuanto a su concepción de mundo, de sociedad y de educación, se concluye que:

La educación como sistema, es un fenómeno social, puesto que se da en toda sociedad. Esta educación no sólo se da en la escuela. Sino en una serie de instituciones, circunstancias y contextos que poseen, al igual que esta, un aspecto formativo. Por lo anterior, la educación está integrada en el sistema social y abarca un extenso campo de lo social.

La educación como sistema forma parte del sistema social a nivel de subsistema. Pertenece al tipo de Sistemas Socio-culturales que inciden en la estructura y dinámica personal, social y cultural basada en los procesos de interacción compuestos por tres factores: seres humanos; significaciones; valores y normas; acciones externas y fenómenos materiales.

La educación planetaria, según (Morín, E. 2006) debe propiciar una mundología de la vida cotidiana, iniciando por los distintos espacios educativos para una contextualización permanente de los problemas fundamentales que atañen a toda la humanidad para tal efecto. Aún, no se cuenta con un derrotero definido ni existe una ley cósmica que asegure el progreso. La implementación de metodologías

heurísticas incentiva en los estudiantes la capacidad creativa e inventiva al ser, no sólo a la solución de problemas, sino al planteamiento de estos, lo que muchas veces requiere mayor nivel de raciocinio. Incluso en disciplinas como las ciencias sociales y la lingüística (lengua materna y extranjera) estos métodos resultaron acertados por cuanto favorecían la estructuración lógica del pensamiento, lo que es básico en la estructuración lógica del lenguaje.

En consecuencia, se pudo establecer que todo el proceso de enseñanza – aprendizaje se encuentra ligado a los principios de la cibernética, sobre todo en lo referente *al control*. Este hecho facilita la evaluación y el replanteamiento de los procesos didácticos y las metodologías de aula, a partir del momento de la planeación y durante toda la ejecución del mismo. La cibernética y la sistémica pasan a convertirse en paradigmas epistemológicos de la nueva educación.

“El conjunto de estas experiencias investigativas tuvieron como base los estudios que desde la cibernética había desarrollado Norberto Wiener, quien identificó y determinó que la educación debía ser entendida desde su dimensión de sistema. Como tal el sistema educativo se autorregula, se retroalimenta y se adapta a su medio y su contexto generando constante cambio, el que debe repercutir en el crecimiento personal de sus receptores y el desarrollo y progreso de su sociedad, creando cultura. La cibernética está fundamentada en su finalidad de descubrir modelos que permitan construir conocimientos culturales, científicos y tecnológicos.

Pero se debe hacer claridad que el carácter cibernético no altera en absoluto la dignidad de la persona, su humanidad “se puede afirmar que existe una pedagogía

cibernética desde una visión humanística, la cual explica cibernéticamente la educación” (Medina, 2008, p. 31).

Resultado también de esta innovación y que reviste suma importancia ha sido el reconocimiento del proceso comunicativo. El docente debe trascender la sola información, que se ha venido haciendo siempre, debe estar facultado (condiciones del observador) para liderar el proceso comunicativo. El proceso educativo per se basa en la dialógica y en el manejo pertinente del discurso y la comunicación, en su esencia misma. Dichos procesos de información y comunicación mantienen correspondencia de doble vía, bilateral. Sobre estos principios se han desarrollado los medios telecomunicativos que actualmente sirven de plataforma para los programas virtuales y la educación a distancia.

No se pretende decir que este nuevo paradigma sea la fórmula que revolucione el pensamiento y la actividad de la ciencia; no es la panacea. Tampoco que la propuesta sea la fórmula mágica que aplicada a los campos del saber y asumida por las instituciones educativas conforme los planes curriculares y el sistema educativo óptimo, menos el ideal. Pero su planteamientos y cuestionamientos, sin duda han de ayudar a repensar la práctica pedagógica y las maneras de enseñar en este tiempo, la manera de concebir y ejercer la pedagogía, la *Profesión Docente*.

Es necesario que la educación se comprometa todo lo necesario para “repensar el desarrollo”, que no se trata meramente del sentido económico, sino que están en juego los propios valores ancestrales, culturales, morales, éticos y políticos.

Se debe develar el subdesarrollo psíquico que se ha indilgado y que se ha cargado como naciones del “tercer mundo.

Por último, la complejidad coloca a la educación frente al tiempo futuro “pero no a un futuro ilusorio de progreso garantizado, sino a un futuro aleatorio e incierto pero abierto a innumerables posibilidades, donde pueden proyectarse las aspiraciones y las finalidades humanas sin que haya, sin embargo promesa de cumplimiento. Planteada en estos términos, la restauración del futuro es de tal importancia y de extrema urgencia para la humanidad” (Morín, E. 2006, p.133).

Esta ha sido una aproximación a la teoría de la complejidad, un intento por comprender los entramados epistemológicos de la propuesta; un decidido empeño por establecer los nexos con la sistémica y la cibernética. Quizá se ha hecho evidente el interés particular por establecer la relación entre la complejidad y el sistema educativo. No se pretendió el hallazgo de algo totalmente nuevo, tan sólo presentar el marco de referencia y su respectivo análisis.

Surgen nuevas inquietudes a partir de este trabajo. Las cuales podrían ser objeto de otras investigaciones, de otros campos de indagación, tales como, ¿cuál es el verdadero alcance de esta tendencia epistemológica? ¿Qué tanto se complementa el sistema educativo, la política estatal en educación y la sistémica? ¿Cómo se mide el impacto de la complejidad en la educación superior? ¿En qué medida la universidad colombiana ha adoptado esta metodología y cuál es su impacto en las carreras y programas?

Queda el eco de la sentencia de Morín cuando afirma: “El principio de la complejidad, de alguna manera, se fundará sobre la predominancia de la conjunción

compleja. Pero también allí, creo que es una tarea cultural, histórica, profunda y múltiple”.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arbib A., M. (1998) *Cerebros, máquinas y matemáticas*. Madrid: Alianza.
- Berstein, J. (1984). *La máquina analítica. Pasado, presente y futuro de los computadores*. Barcelona: Labor.
- Bertalanffy, L.V. (2004). *Teoría general de sistemas*. México: D.F.: Fondo de Cultura económica.
- Castillejo, J.L. Colom, A.J. *Pedagogía sistémica*. 1987. Cae. Barcelona
- Checkland, P. (2000). *Pensamiento de sistemas, práctica de sistemas*. México: Noriega editores.
- Foerster, H.V. (1996). *Las Semillas de la Cibernética*. Barcelona: Gedisa.
- González, Moena, S. (2006). *Pensamiento complejo, En torno a Edgar Morín. América latina y los Procesos educativos*. Bogotá D.C.: Magisterio.
- Johson, S. (2003). *Sistemas Emergentes, o qué tiene en común hormigas, neuronas, ciudades y software*. Madrid: Fondo de Cultura económica.
- Latorre Estrada, E. (1996). *Teoría General de Sistemas aplicada a la Solución Integral de problemas*. Cali –Colombia: Universidad del Valle.
- Medina Bejarano, R. (2008). Aproximación al desarrollo de la pedagogía sistémica; en revista *Nodos y Nudos*, # 3. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá, D.C. 2008
- Morín, E. *Sobre la Interdisciplinariedad*. En línea, recuperado el 13 de enero de 2012 en [www.pensamientocomplejo.com.a](http://www.pensamientocomplejo.com.a)
- Morín, E. (2003). *Los Siete Saberes Necesarios para la Educación del Futuro*.

Bogotá: Unesco, Magisterio.

Morín, E. (2007). *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona: España, Gedisa.

Morín, E. (2006). *Educación en la era planetaria*. Barcelona: Libertad y cambio.

Morín, Edgar. Amor, poesía y sabiduría. Traducción: Sergio González Moena. Magisterio. Bogotá, D.C. 1998

Patiño, J. F. (2002). *Computador, cibernética e información*. Bogotá: Panamericana.

Robinet, A. (1982). *Mitología, filosofía y cibernética. El autómatas y el pensamiento*. Madrid: Tecnos.

Soto Urrea. (2010) *¿Cibernética? En La Cultura de la Cibernética*. Bogotá: San Buenaventura.

Virilio, P. (1999). *El Ciber mundo, La política de lo Peor*. Madrid (España): Ediciones Cátedra.

Vasco, C.E. (2007). *Diálogos sobre los grandes problemas del ser humano. Las estructuras mentales*. Bogotá: Magisterio. Colección mesa redonda.

Vasco, C.E. (2002). *Construyendo una propuesta práctico-teórica*. Bogotá: Centro Editorial Javeriano.

Wiener, N. (1998). *Cibernética o el Control y comunicación en animales y máquinas*. Barcelona: Tusquets Editores.



## **ANEXOS**

Anexo 1. Teoría general de los sistemas

Ludwing Von Bertalanffy. Teoría general de Sistemas	Wiener	Heinz von Foerster. TGS - Ciencia de la Cibernética de segundo orden	Edgar Morín sobre el Pensamiento complejo	Paul Virilio cibernética -Política	Relación de la Complejidad y Teoría General de Sistemas – Cibernética o ciencia del control/ educación	CATEGORIA
Consiste en la elaboración de conceptos, modelos y leyes, que sirven para ser aplicados en la solución de problemas de campos muy distintos	En este sistema aparece un eslabón humano en la cadena de transmisión y regreso de la información: en lo que a partir de ahora denominaremos cadena de retroalimentación – <i>feedback</i>  <i>Autorregulación</i>				La sociedad se comporta como un gran sistema que se auto regula por fuerzas internas y que a su vez ejerce control sobre todos los individuos que la integran, los a su vez se interrelacionan entre sí y dependen unos de otros. Se genera una sinergia que los mantiene unidos y a la vez en movimiento continuo. W	<b>AUTOREGULACION</b>
el concepto sistemas ha invadido todos los campos de la ciencia y penetrado en el pensamiento y el habla populares, en las masas...lo utilizan en variados campos, desde las empresas industriales y los armamentos hasta en temas reservados a la ciencia pura	<i>Control y comunicación</i>			La noción de velocidad es una cuestión primordial que forma parte del problema de la economía. La velocidad, es a su vez, una amenaza tiránica...no se puede la velocidad de la riqueza...toda sociedad, es una sociedad de carreras”		<b>VELOCIDAD, CONTROL Y REGULACION</b>  <b>COMUNICACIÓN Y CONTROL</b>
Dirige procesos mediante artefactos de baja energía y que ha conducido a las computadoras y la automatización	Lo importante en este punto era determinar de forma matemática, exacta, el tiempo, la distancia y la velocidad con que se					<b>PROCESOS</b>

	desplazan de ambos artefactos por el aire.					
Empiezan a intervenir relaciones entre hombre y máquina y salen al paso innumerables problemas financieros, económicos, sociales y políticos; el tráfico aéreo o incluso el vehicular, no es sólo cosa del número de vehículos en funcionamiento, sino que son sistemas que hay que planear y disponer. así van surgiendo innumerables problemas en la producción, el comercio y los armamento	Ciencia que implica la interacción entre las máquinas y los humanos.	Los problemas centrales de la actualidad son problemas sociales”	El desorden y el orden aun siendo enemigos uno del otro, cooperan de alguna manera, para organizar al universo  el mundo se organiza a partir de la desintegración.	Las nuevas tecnologías son las tecnologías de la cibernética. Las nuevas tecnologías de la información son la tecnología de la puesta en red de las relaciones y la información y, como tales, son claramente portadoras de la perspectiva de una humanidad unida reducida a una uniformidad	La Cibernética estudia los mecanismos de control tanto en los seres vivos como en las máquinas ALEJO	<b>INTERACCION MAQUINA – HUMANO</b>
La instrucción habitual en física, biología, psicología, o en ciencias sociales las trata como dominios separados, y la tendencia generales hacer ciencias separadas de subdominios cada vez menores, proceso repetido hasta el punto de que cada especialidad se torna un área insignificante, sin nexos con los demás			El principio de simplicidad o bien separa lo que está ligado (disyunción), o bien unifica lo que es diverso” (Morín, 2007, p.89).  La conciencia de la multidimensionalidad nos lleva a la idea de que toda visión unidimensional, toda visión especializada, es pobre.		es que lo mismo ocurre en las comunidades académicas: en las ciencias se llega a desarrollar tal grado de especialización que el titulado suele ser un analfabeto fuera de su reducido campo de conocimiento. W	<b>ESPECIALIZACION</b>
Auxilio a la síntesis interdisciplinaria y la educación integrada”	¿Cómo actúa el enjambre al unísono y de una forma colectiva muy variable, adaptada y organizada? Es evidente que el secreto está en la <i>intercomunicación</i> de sus miembros		La conciencia de la multidimensionalidad  Podemos, por tanto, enriquecer al conocimiento de las partes por el todo y del todo por las partes, en un mismo movimiento productor de		La educación, durante mucho tiempo se esforzó por la especialización de los conocimientos, por su fragmentación en aras a su mejor comprensión y a un mayor desarrollo. Pero esta tendencia, más que favorecer su	<b>INTERDISCIPLINARIEDAD</b>  <b>PENSAMIENTO COMPLEJO</b>

			conocimientos"		intención, permitió ensanchar la brecha no sólo entre las disciplinas, sino además entre las ciencias humanas de las biológicas	
		Tenemos que observar nuestra propia observación y, en última instancia, dar cuenta de nuestro propio dar cuenta				
		cibernética de los sistemas observados como una cibernética de primer orden;				
	Quien identificó y determinó que la educación debía ser entendida desde su dimensión de sistema" (Medina, 2008, p.28).	Cibernética de segundo orden es la cibernética de los sistemas observantes...			Se puede afirmar que existe una pedagogía cibernética desde una visión humanística, la cual explica cibernéticamente la educación" (Medina, 2008, p.31).	<b>PEDAGOGIA DE LA CIBERNETICA</b>
			Posibilidad de la emergencia de una sociedad-mundo compuesta por ciudadanos protagonistas conscientes y críticamente comprometidos en la construcción de una sociedad nueva". (Morín)	"	Se requiere que quienes ejercen el poder transformador se compenetren y se incluyan, es más, se inmiscuyan, se involucren en ese todo que es el sistema educativo	<b>SUJETO CRITICO</b>
						<b>PODER TRANSFORMADOR</b>

Anexo 2. Subcategorías teoría general de Sistemas

SUBCATEGORIA	RELACION DE CATEGORIAS	CATEGORIAS INICIALES
<b>TEORÍA GENERAL DE SISTEMAS</b>	AUTORREGULACIÓN	AUTORREGULACIÓN
	PROCESOS	VELOCIDAD, CONTROL Y REGULACION
	VELOCIDAD,	PROCESOS
<b>LA CIBERNÉTICA</b>  El control y la comunicación Retroalimentación de los sistemas La triada cibernética: información, comunicación y sociedad Cibernética de la Cibernética	INTERACCION MAQUINA –HUMANO	INTERACCIÓN MAQUINA –HUMANO
	CONTROL Y REGULACION	
	COMUNICACIÓN Y CONTROL	ESPECIALIZACION
		INTERDISCIPLINARIEDAD
<b>El pensamiento sistémico en la educación: El aporte de la complejidad</b>  El principio hologramático Lo que implica el pensamiento complejo para los maestros <b>Error! Marcador no definido.</b> ¿Quién educará a los educadores? 3 Un feroz retractor: Virilio El pensamiento sistémico en la Universidad. El aporte de la complejidad	ESPECIALIZACION	
	INTERDISCIPLINARIEDAD	
	PEDAGOGIA DE LA CIBERNETICA	
<b>Hacia una Pedagogía Sistémica</b>	PROCESOS	PEDAGOGIA DE LA CIBERNETICA
	SUJETO CRITICO	SUJETO CRITICO PODER TRANSFROMADOR
	PODER TRANSFROMADOR	PODER TRANSFROMADOR