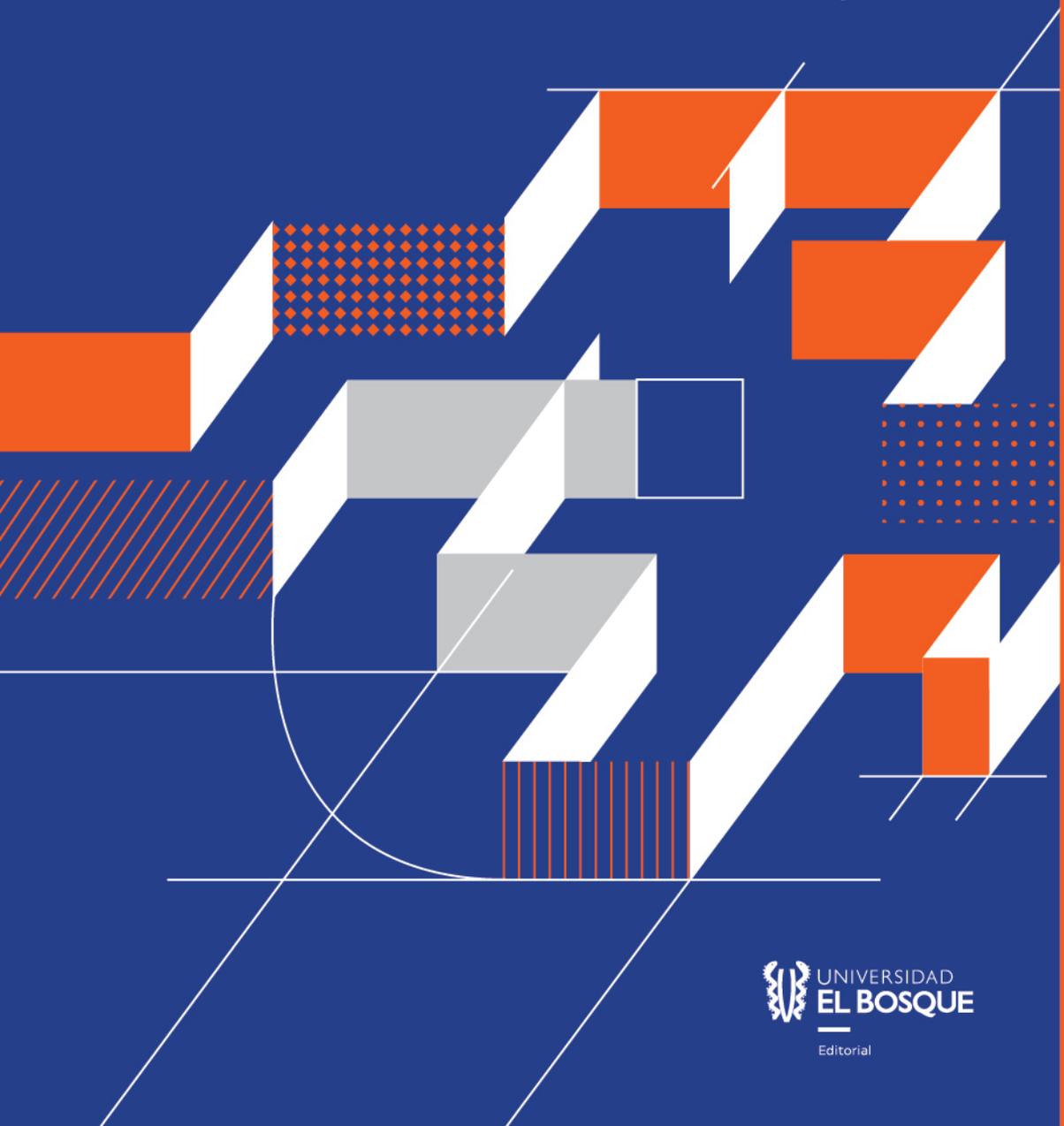


Luis Carlos Torres Soler  
Germán Gonzalo Vargas Sánchez







# Pensamiento complejo y sistémico





Pensamiento complejo y sistémico

Noviembre de 2018

ISBN: 978-958-739-141-1 (impreso)

ISBN: 978-958-739-142-8 (digital)

© Universidad El Bosque  
© Editorial Universidad El Bosque  
© Luis Carlos Torres Soler  
© Germán Gonzalo Vargas Sánchez

Rectora: María Clara Rangel Galvis  
Vicerrectora Académica: Rita Cecilia Plata  
Vicerrector de Investigaciones: Miguel Otero Cadena  
Vicerrector Administrativo: Francisco Falla

Facultad de Ingeniería

Editorial Universidad El Bosque  
Dirección: Av. Cra 9 n.° 131A-02, Bloque O, 4.° piso  
Teléfono: +57 (1) 648 9000, ext. 1395  
Correo electrónico: [editorial@unbosque.edu.co](mailto:editorial@unbosque.edu.co)  
Sitio web: [www.uelbosque.edu.co/editorial](http://www.uelbosque.edu.co/editorial)

Editor: Miller Alejandro Gallego C.  
Coordinación editorial: Leidy de Ávila C.  
Diseño y diagramación: María Camila Prieto A.  
Corrección de estilo: Estefany Escallón I.  
Impresión: LB Impresos S.A.S

Esta publicación no puede ser reproducida total ni parcialmente, ni entregada o transmitida por un sistema de recuperación de información, en ninguna forma ni por ningún medio, sin el permiso previo de los titulares del *copyright*.

Todas las figuras fueron elaboradas por los autores de esta publicación.

153.42 P35p

Torres Soler, Luis Carlos

Pensamiento complejo y sistémico / Luis Carlos Torres Soler, Germán Gonzalo Vargas Sánchez ; editor Miller Alejandro Gallego C. -- Bogotá : Universidad El Bosque ; Facultad de Ingeniería, 2018.

212 p.

ISBN: 978-958-739-141-1 (impreso)

ISBN: 978-958-739-142-8 (digital)

1. Pensamiento sistémico 2. Pensamiento – Clasificación 3. Complejidad (Filosofía) 4. Formación profesional del ingeniero 5. Procesos de aprendizaje 6. Razonamiento I. Vargas Sánchez, Germán Gonzalo II. Gallego C., Miller Alejandro, editor. III Universidad El Bosque. Facultad de Ingeniería.

Fuente. SCDD 23ª ed. – Universidad El Bosque. Biblioteca Juan Roa Vásquez (Noviembre de 2018).

2018

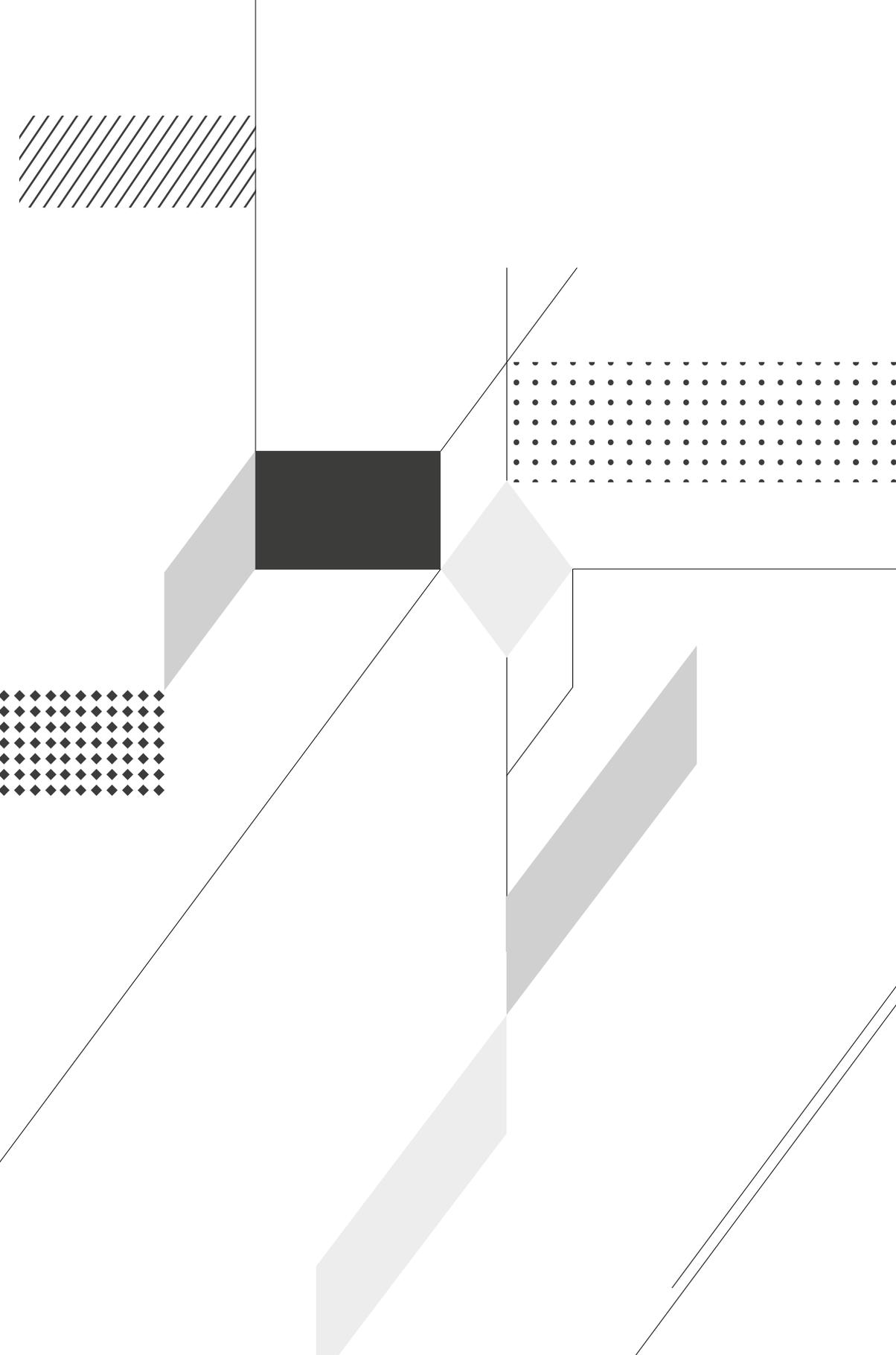


# Pensamiento complejo y sistémico



Luis Carlos Torres Soler  
Germán Gonzalo Vargas Sánchez





# Presentación

El estudio de diversas situaciones, por la complejidad que poseen, requiere de un pensamiento sistémico y complejo con el fin de entenderlas en su globalidad, como un todo no separado del entorno. Diversas situaciones se abordan de manera reduccionista y lineal, conduciendo a que variadas interrelaciones entre los componentes generen propiedades emergentes no consideradas.

La complejidad que existe en casi todas las situaciones humanas, organizacionales, sociales y ambientales requiere de estrategias de pensamiento según los nuevos contextos y estudios amplios, teniendo en cuenta que este término ha dejado de ser extraño en esta sociedad de la información, y ya no entendido como sinónimo de complicado, oscuro o difícil de entenderse. No obstante, la necesidad de evitar confusiones y el uso indiscriminado del término, lleva a que se genere; primero, el pensamiento sistémico para estudiar

lo que sucede en las organizaciones al compararse con un ser vivo que debe adaptarse a los cambios que ocurren en el entorno. Luego, surge el pensamiento complejo como una visión o enfoque que permite comprender la complejidad que existe en diversas situaciones, variando de nivel según las dinámicas que suceden tanto en el interior (auto) como en el exterior (eco).

Este libro permite obtener bases para la comprensión de lo complejo y la complejidad, desde una mirada sistémica y holística. Entonces, el libro paso a paso, introduce en la concepción del pensamiento complejo y el pensamiento sistémico, permitiendo, que las apreciaciones sean graduales, sin prisa, con pausas y con relaciones necesarias para generar reflexión crítica en el proceso de aprendizaje.

Sin duda alguna, existe un abismo profundo en el conocimiento, principalmente entre el conocimiento científico (que lo conforman las ciencias formales o “exactas”, en las que se aplica el método científico) y el conocimiento social (en donde se encuentra la parte humana, social o ambiental). De ahí que se entra en la problemática de los sistemas complejos para extenderse en el ámbito social.

Y ante las dificultades a las que está expuesta una persona formada en la educación tradicional, es decir, con un pensamiento reduccionista para afrontar el análisis de las situaciones complejas, es que se plantea esa nueva visión que provee el pensamiento sistémico y el pensamiento complejo, la cual se incrementa al pensar en lo transdisciplinar como necesidad imperante en esta sociedad de la información que se dirige hacia la sociedad del conocimiento (del nuevo pensar), que además de las posibilidades que genera un pensamiento divergente, creativo, contribuya a la búsqueda de soluciones a los problemas que sufre la sociedad. Quizá, debido a la globodominación en el mundo y el uso en todas las actividades del ser humano de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), nos condu-

timos a una formulación poco adecuada de los problemas y a que no se incluyan los nuevos fundamentos teóricos, que resultan muy importantes al momento de trabajar con equipos multidisciplinarios para un diálogo de saberes humanos y una integración de los mismos.

La educación es el proceso fundamental con que cuenta el ser humano, sobre todo, si allí puede participar activamente para correlacionar el conocimiento en práctica con miras a enriquecer su propia formación como sujeto social-crítico-reflexivo.

Este texto es una guía que pone en contacto al lector con nuevos enfoques para las actuales realidades, además que invita a aprender a enlazar las diferentes situaciones del mundo, a verlas de manera global, como un todo y sin separarse del entorno, que es hacia donde se deben direccionar los procesos educativos con miras a construir personas que puedan afrontar las dinámicas de la contemporaneidad.



**Luis Carlos Torres Soler**  
**Germán Gonzalo Vargas Sánchez**

# Ideas

El trasegar por distintos caminos lleva al ser humano a ser cada vez más selectivo, más especializado; sin embargo, esa especialización no facilita enfrentar variadas situaciones, puesto que el conocimiento le resulta insuficiente. Ante esto, surgen necesidades de complementarlo, se construyen nuevas teorías, interrelaciones y hasta lenguajes para proveer mejores significados, que por las incertidumbres se percibe incompleto; sobre todo, porque no puede comprender algunos fenómenos.

El lenguaje es una herramienta que le sirve para desarrollar cualidades, flexibilizar el pensamiento, interpretar y valorar la naturaleza; además de entender los fenómenos

que percibe, establece mecanismos para protegerla como vida en sí misma. El lenguaje le permite plasmar belleza, conocimiento, sentimientos, emociones y la misma realidad.

El ser, con esa creatividad que posee, siempre desarrolla procesos que le permitan comprobar, refutar, percibir y contrastar cuando intenta comprender diversas situaciones, en especial aquellas de las que se posee conocimiento incierto. La naturaleza, el ser, la sociedad, el mundo es complejo.

El ser humano es consciente de la complejidad de diversas situaciones y fenómenos en el mundo, de su comportamiento impredecible, de los sistemas caóticos y dinámicos: biológico, psicológico y social; de procesos que conducen a resultados distintos; sobre todo, por los cambios internos y del entorno. Aunque todo depende de quien observa. Por momentos la preocupación surge por comprender algo, por entender las bifurcaciones, las dinámicas y crisis que inciden y alteran situaciones sociales, pero es arduo el camino por recorrer ya que se debe abordar la complejidad.

En el transcurso de su vida el ser humano vive en diferentes comunidades (sociedades), genera conflictos sociales desde donde se evidencian diversas necesidades. Por su mente pasan cuestionamientos, contradicciones, le surgen propósitos de ampliar su conocimiento, de comprender por qué ese fenómeno y, en algunos casos, busca soluciones.

La formación del profesional ante la globalización, el establecimiento de un nuevo orden mundial, el mar de información disponible en cualquier instante y el desarrollo tecnológico que facilita la comunicación conduce a que surjan transformaciones que ayuden a generar verdaderas competencias para aprender a pensar, aprender a aprender y, desde luego, comprender la complejidad en las situaciones que debe abordar; además motiva a que se interese en que sus proyectos adquieran mayor relevancia y pertinencia.

# Contenido



<b>Introducción</b>	<b>14</b>
<b>1. Principios</b>	<b>20</b>
<b>2. Pensamiento complejo</b>	<b>32</b>
2.1. Bases	35
2.2. Enfoque	40
2.3. Paradigma	62
2.4. Características	66
<b>3. Pensamiento sistémico</b>	<b>80</b>
3.1. Aportes	87
3.2. Aspectos	93
3.3. Varios	104
3.4. Pensar sistémicamente	106
<b>4. Sistemas complejos</b>	<b>114</b>
<b>5. La transdisciplinariedad</b>	<b>128</b>
5.1. Historia	135
5.2. ¿Qué es?	137
5.3. Proceso	138
5.4. Fundamento	146
<b>6. La formación del ingeniero</b>	<b>150</b>
<b>7. Reflexión</b>	<b>166</b>
<b>Conclusión</b>	<b>174</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>179</b>
<b>Anexo</b>	<b>189</b>
<b>Índice analítico</b>	<b>193</b>
<b>Índice onomástico</b>	<b>198</b>
<b>Glosario</b>	<b>202</b>

# Introducción

Hoy prolifera la información, especialmente en la gran red. Es parte de la globalización. Existe una avalancha, un alud o un mar de datos que estructuran una jungla informativa, una red dinámica de ideas. Pero lo real es que mucha de la información caduca rápidamente, generando así la necesidad constante de búsqueda y actualización.

Esto hace también que sea necesario establecer estrategias para comprender la información: estructurar esquemas de organización, interpretar y sintetizar lo que se halla. El panorama que se vislumbra lleva a repensar la formación de las personas, visualizando perspectivas para superar la tradicional división del conocimiento en el saber práctico

(cómo) y el saber temático (qué), con estrategias que ayuden a saber dónde hallarlo, cómo conseguirlo, evaluarlo y saber qué validez tiene pero sobre todo, qué hacer con él.

El fenómeno de la modernidad o posmodernidad es la proliferación de especializaciones (disciplinas, ciencias,...) y el desarrollo de jergas y lenguajes que, en general, distorsionan la comunicación entre diferentes profesionales, especialmente si están formados en áreas distintas del conocimiento.

La creciente participación del ingeniero en lo social, lo político y lo ambiental, exige amplio conocimiento sobre antecedentes, circunstancias, consecuencias, alternativas para llevar a cabo un proyecto, sea de tipo técnico (ingenieril), de educación (formativo), ambiental o ecológico. Por ello cada vez se hace más difícil emitir una opinión en un proyecto de transporte masivo, conciencia ciudadana, seguridad pública, legislación ambiental o educativa, debido a la aguda complejidad en los procesos, la cual parece escapar a la capacidad de comprensión del ser humano por los elementos, las interacciones, el comportamiento y las funciones.

Hablar del pensamiento complejo y sistémico es querer tener una visión amplia de la realidad, con miras a comprender los fenómenos que se perciben. Se necesita conocer las interrelaciones entre los componentes, los procesos u objetos que de alguna manera no son visibles, ya sea por falta de conocimiento, de capacidades o habilidades del pensamiento. Es decir, se desconocen en razón de los límites al considerar solo un enfoque, se mira solo lo que se quiere ver, lo que se conoce, producto de la formación que la educación con pensamiento mecanicista (reduccionista, cartesiano, lineal) fue impartida y que prima por lo menos en occidente. Como registra la historia que no sucedió en otras épocas (griegos, egipcios, romanos, chinos).

Se educa según el pensamiento reduccionista, lineal o cartesiano. Se trasmite conocimiento reducido que insinúa

y obliga a separar el todo para comprenderlo. Los procesos educativos solo dan el conocimiento que se consideran necesario, el que imparte el docente; conocimiento que aunque no esté completo sirve para generar competencias básicas. Sin embargo, más allá de eso no existen procesos o estrategias que gestionen conocimiento, amplíen la reflexión, la crítica o motiven a ser más observadores, curiosos, imaginativos y creativos.

Existen deficiencias en investigación por ese razonamiento, por falta de conocimiento y capacidades para comprender fenómenos complejos o la complejidad que existe en ellos, para síntesis de la información que se accede por las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), para comprender las interrelaciones en la sociedad globalizada y el conocimiento que los científicos generan. Por ello se estructuran diferentes procesos y métodos que ayuden en mayor escala a comprender las situaciones, las propiedades emergentes, las dinámicas de las interacciones y que son imposibles de modelizar por el cúmulo de variables, relaciones y características. Además, porque el conocimiento incompleto que se recibe no se integra con otro.

| 16 |

Hablar del paradigma de la complejidad, del pensamiento complejo, del pensamiento sistémico exige tener diferentes enfoques. Cada persona, por la disciplina, por los intereses, por la estructuración del conocimiento comprende la naturaleza de diferente forma y, por tanto, desarrolla una conciencia entorno a ella.

Se propone, según las premisas del pensamiento complejo de Edgar Morin, la construcción de un nuevo enfoque para la educación con el fin de aplicarlo en la formación escolar y profesional; igualmente, entender qué es para facilitar el desarrollo tanto de la conciencia que ayude al planeta (conciencia planetaria) como de la reflexión sobre las emergencias por la interacción entre el saber y el hacer,

válidas para mejorar la calidad de vida de cada uno de los individuos de la sociedad.

El pensamiento sistémico tiene como principio concebir un sistema como algo único e inseparable tanto del entorno en que se circunscribe como del mismo sujeto que lo estudia, además, que el estudio debe ser como un todo y sus partes estudiarse sin separación alguna con a fin de comprender los comportamientos y propiedades de manera global.

A partir del conocimiento básico, todo individuo debe emprender un camino y hallar aplicaciones prácticas, construir mecanismos que faciliten una mejor calidad de vida, plantear problemas; esto lleva a establecer relaciones en red del conocimiento con otros. Por ejemplo la relación que surge entre profesor y estudiante en el aula; además, de distintos intereses, por prevenir de contextos complejos, la formación debe llevar a hacer algo por la humanidad, aun con la complejidad en situaciones de la vida cotidiana.

Plantear características del pensamiento complejo y del pensamiento sistémico, indicando por qué son herramientas, exige emprender un recorrido por aspectos de la complejidad, de los sistemas complejos, de la transdisciplinariedad y de los procesos de la educación que deben existir y poner en su punto estos pensamientos, los cuales son complementarios.

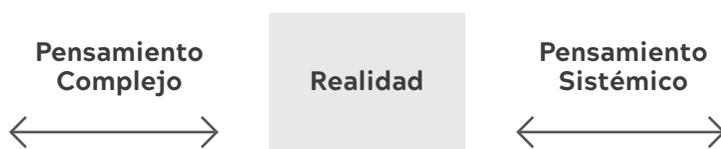
Es inevitable dejar de vincular complejidad y transdisciplina, pero no se puede identificar ni establecer una dependencia bidireccional de forma absoluta; existe un vínculo que la liga y una separación entre ellas. Están en la misma red.

En este trabajo se plantean aspectos para que el pensamiento complejo se considere llave epistemológica que lleva a una conciencia planetaria con miras a ascender como especie a niveles superiores para el desarrollo humano, donde el profesional debe actuar sabiendo cómo hacerlo.

El texto se divide en secciones para cumplir los propósitos planteados. La primera, visualiza el pensamiento sistémico y complejo como herramientas. La segunda, provee bases sobre el pensamiento complejo y la complejidad, aspectos relevantes para concebir lo que se expresa en las siguientes secciones. La tercera, aspectos del pensamiento sistémico. La cuarta, aborda los sistemas complejos orientados hacia el proceso de enseñanza-aprendizaje, que es complejo por ser un sistema que se halla dentro de otro sistema complejo: el social. Se consideran aspectos de la transdisciplinariedad por ser un pilar para la comprensión de la realidad. Como parte adicional se incluye un léxico que cubre gran parte de los términos empleados y que en un futuro podrá desarrollarse en la misma complejidad que acoge.

Se busca, en pocas palabras, plantear lo que debería ser la formación del conocimiento que contribuya a gestar una “conciencia planetaria”, que a su vez genere procesos de gestión del conocimiento y, por tanto, autoaprendizaje para comprender la complejidad de los fenómenos.

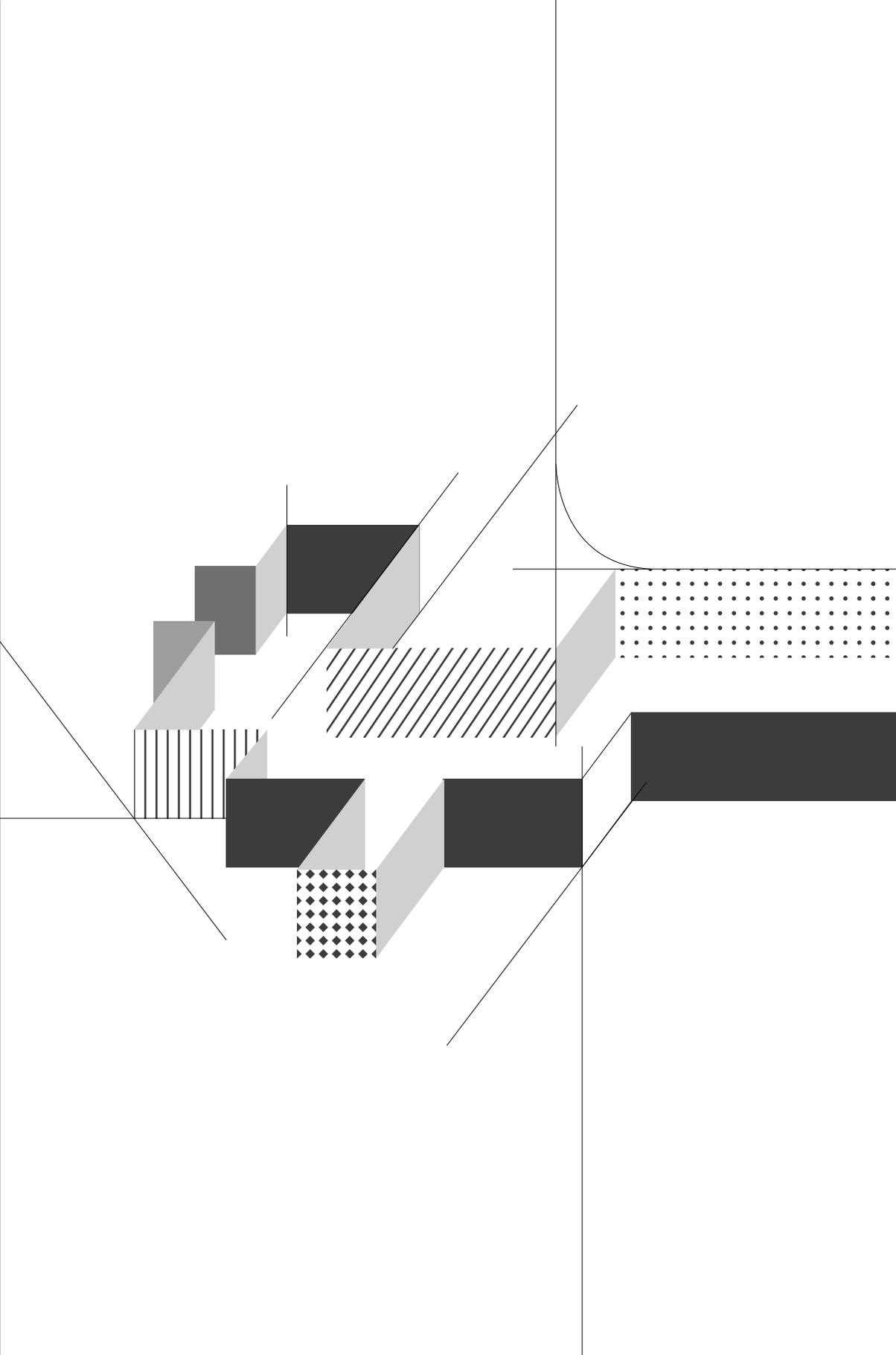
| 18 |







# 1. Principios



*No se conoce la fuerza del mar  
sino hasta estar en una tormenta.  
Autores*

El siglo XXI es escenario de múltiples transformaciones económicas, sociales, políticas y culturales. En lo global hay un reordenamiento general del sistema de poder, también hay cambios en la producción, la cultura, la economía y lo social. Hay tendencias a construir macronaciones y supermercados. Las TIC obligan a cambiar procesos en el trabajo, la vida y la educación, y se avanza hacia una sociedad en que el conocimiento es de valor incalculable para la supervivencia de toda organización.

La producción, los servicios y los procesos están marcados por fuentes de valor agregado. El recurso intelectual es insumo crítico para la producción, puesto que se convierten en tecnología, organización, inteligencia y productividad. La posesión y aplicación del conocimiento es ventaja para los individuos, las organizaciones y los países.

La sociedad del conocimiento, sociedad del aprendizaje o sociedad de la información exige construir modelos de producción y cultura en que el conocimiento es fuerza motriz del crecimiento tecnológico, económico y social; buscando posibilidades de innovar, comprender la realidad y luchar por una conciencia planetaria. Las universidades en sus ofertas curriculares deben propender por la investigación, porque la sociedad demanda un nuevo tipo de profesionales y las disciplinas deben poseer un conocimiento más integral que relacionen saberes.

La noción de sociedad del conocimiento es simplemente valorativa, no es algo que exista, que cumpla propósitos descriptivos, analíticos o explicativos en torno a un fin específico. Implica esto, procesos de cambio en todas las dimensiones, a la vez presiona por la innovación en la producción, la tecnología y la ciencia. Quizá su nombre surge porque el conocimiento es el activo máspreciado, es el eje de la sociedad en todos los órdenes para su desarrollo.

La complejidad en el contexto del avance del pensamiento científico se vincula con la cibernética, la teoría de sistemas, la autoorganización y otras teorías que describen elementos esenciales para comprender y trabajar con sistemas de diverso orden. Pero, en algunos casos no se incluye al ser humano dejando a un lado las relaciones culturales y sociales.

Hoy día los problemas deben tratarse de manera interdisciplinaria pluri- o multidisciplinaria, para trabajar con ciencias que estudian objetos del mundo, que no son solamente humanos, culturales o históricos, entonces, bastan

niveles de integración no tan amplios para identificar la complejidad.<sup>1</sup>

Como se ve en la figura 1.1, abordar la complejidad supone comprender la globalidad, lo holístico, lo dialógico, el entorno, entre otros elementos.<sup>2</sup> Estudiar los sistemas complejos, donde existe diversidad de variables cualitativas y cuantitativas, culturales y sociales, micro y macroeconómicas; con incertidumbres y dinámicas donde conviven el orden y el desorden; donde no existe una relación de jerarquía, existe la autoorganización; donde el todo no es igual a la suma de las partes, sino que existe una continua retroalimentación de los procesos; sus comportamientos no son predecibles ni lineales y surgen propiedades por la interacción de las partes, sin que aquellas sean del todo (sistema) o de alguna parte, entonces, se requiere un pensamiento abierto y flexible.

La sociedad actual, se rige por las dinámicas de la globalización y el capitalismo que se refleja en una economía homogenizante. Esto se reproduce constantemente en el contexto educativo donde los docentes son consumidores de temas, no generan conocimiento ni incitan a gestionarlo; es decir, no hay metacognición. Utilizan herramientas que proveen el desarrollo de manera simple, y no se prospecta a escenarios futuros.

---

<sup>1</sup> La complejidad es un tejido de elementos heterogéneos fuertemente interconectados que son un todo y múltiple. Es un tejido de eventos, acciones, interacciones, retroacciones, determinaciones, azares, que constituyen un mundo fenoménico. Un sistema son componentes que interactúan según retroacciones y presentan variadas situaciones. La posibilidad de conocer los comportamientos, interacciones y propiedades emergentes de un sistema exige estudiarse en todas sus dimensiones y con un pensamiento abierto y flexible.

<sup>2</sup> Diferentes pensamientos se emplean para entender la complejidad. Se construyen modelos que ayudan a conocer ciertos comportamientos de un sistema; algunos modelos son flujos con bifurcaciones; metáforas, imágenes de árbol y redes, que ayudan a comprender algo.

En el aula se imparten conocimientos del pasado, incompletos, verdades que se consideran absolutas y no se reflexiona sobre ellas con perspectiva crítica. La iniciativa y autonomía por investigar, explorar y construir permanece latente, se intenta, se realizan procesos, las políticas institucionales reflejan timidez, no existen estímulos; en general, se enfocan en descripciones o diagnósticos y, sobre todo, no existen procesos para hacer prácticas en las organizaciones. En esencia, el conocimiento no se vincula con la vida cotidiana, con el contexto, hecho que incrementa la segmentación de él, surgiendo disciplinas. No es demanda de la sociedad, pero si para abarcar el mercado de personas con algo nuevo.



Figura 1.1. Elementos de la complejidad

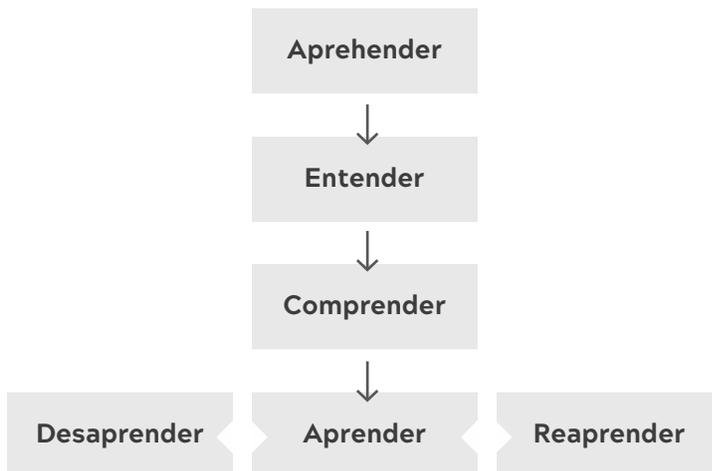
El concepto de calidad de vida está desvirtuado, es más bien una caricatura. La creencia más generalizada de calidad de vida es tener un buen empleo con adecuadas retribuciones económicas. Pero este tipo de vida lleva a entrar en una especie de ciclo vicioso. Se inicia trabajando para ganar más dinero, pero cuanto más se gana más se gasta y más se quiere. Lo más fácil es gastar el dinero ganado para sentirse mejor y satisfacer vacíos, siendo este un espejismo momentáneo. Poco a poco la parte humana, las relaciones sociales pasan a un segundo plano, esto genera un vacío que debe analizarse.

Debe quedar claro que el dinero y el materialismo no suple a las personas y la relación entre ellas. El ser humano es social por naturaleza, la sociedad la construye. Toda persona está en ese círculo vicioso animado por el contexto consumista-capitalista que lo lleva a no comprender la vida, la sociedad, la realidad y el mismo yo.

Falta aprender a aprender y a superar la racionalización de la educación. El proceso educativo, como se puede observar en la figura 1.2, se enmarca en aprehender (memorizar) y entender. No se generan procesos para la comprensión, para desaprender o reaprender. Cuando el sistema económico está por encima de las personas y es más importante que las relaciones humanas, parece inconcebible comprender la complejidad de los problemas humanos. Esto repercute en la vida, en la naturaleza, en las personas, pues crea destruyendo.

Las tradiciones y las relaciones sociales aportan puntos de vista al conocimiento, al sentimiento de convivencia, la integración, los sistemas. Respetar las tradiciones llevaría a dar significado a los distintos objetos y situaciones por cada ser humano, su identidad personal, social y finalmente terrenal. Se debe aumentar la comprensión de todo aquello en el entorno. Es decir, el conocimiento debe estar contextualizado, en especial para las relaciones sociales y según las tradiciones, promoviendo un conocimiento más pertinente, en el que se interrelacionen diferentes disciplinas; que no se separen para comprender la realidad ese otro ser y el yo.

En todos sus órdenes, la sociedad enfrenta nuevas situaciones en las que necesariamente suceden divisiones del mundo interno y externo; entre el sujeto y el objeto, y se hace necesarios comprender las incertidumbres, el azar, la evolución, las interacciones, las dinámicas, entre otras cosas. La globalización posee características de complejidad, es un proceso dinámico y complejo que busca integrar elementos diversos y crear reglas de juego que demandan acciones creativas, sistémicas y divergentes.



*Figura 1.2.* Pasos para un aprendizaje real

En el siglo XXI, el conocimiento adquiere mayor dinámica y variados conceptos se generan. La gran red (web) genera una avalancha de información que construye un caos mental; la sociedad se complejiza y tras ello, surgen crisis, en otras palabras, falta interacción para la convivencia, para luchar mancomunadamente por el medio ambiente, el que es sustento de la vida; provee el alimento al cuerpo como el oxígeno al cerebro.

| 27 |

El conocimiento debe interrelacionarse (multidisciplinario) y ampliar la estructura de pensamiento para comprender diversas situaciones complejas. Por tanto, debe pensarse en la prestancia de herramientas cognitivas para la formación profesional.

El mundo hoy día es más complejo, globalizado, sin conciencia por el ambiente, resultado de procesos evolutivos biológicos, sociales, naturales que llegan a la mente humana a cambiar. El ser humano por su imaginación, curiosidad, observación y creatividad, entre otras capacidades, construye nuevas teorías, algunas con sustento empírico; otras continúan en su proceso de contextualización, de interpretación y de comprensión según los fenómenos que abordan.

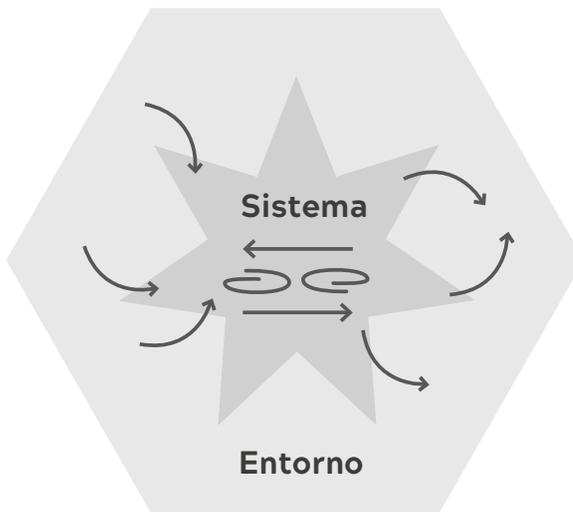
Científicos y teóricos de diversas disciplinas (física, biología, psicología, antropología, filosofía, matemática, geología, ingeniería, astronomía, lingüística, entre otras), observan de forma aguda y creativa el cosmos, el subsuelo, la atmósfera, la conciencia, los fenómenos naturales; describen estructuras biológicas, estudian el comportamiento de las especies, de la Tierra, del pensamiento humano y de distintas culturas que existen o se han extinguido; desarrollan mecanismos tecnológicos (radiotelescopios, microscopios de alta complejidad, reactores, supercomputadores,...), a la vez que imaginan teorías y construyen sus conceptos.

Como ejercicio mental, sería bueno construir un artefacto imaginario que permitiera estudiar todo tipo de sistema (físico, químico, social, ecológico,...), y viajar en el tiempo, hacia atrás y hacia delante, por los distintos estados dinámicos del mundo. No es fácil. Los sistemas son bien distintos, cada uno presenta comportamientos, funciones, procesos, componentes totalmente diferentes, aunque podría existir un modelo que mostrara, por lo menos, un comportamiento de cada uno.

A los sistemas se les considera como una máquina, especialmente en las organizaciones para entender la administración, la producción, el control, la investigación; pero aunque es una metáfora que indica que un sistema está compuesto por partes en el que cada una tiene una función muy específica, no puede aplicarse cuando existen condiciones fluctuantes o en el que el ser humano es el eje de los distintos comportamientos.

También surge la idea de que un sistema es un organismo; es una red compleja de elementos y relaciones, como se puede analizar en la figura 1.3, que forman ciclos de realimentación bien organizados y que depende del entorno de donde toman los insumos (*inputs*) y entregan productos (*outputs*) por medio de interacciones para mantener sus variaciones internas y así asegurar la supervivencia. Es decir, el sistema se autorregula.

Cuando el ser humano interviene en algún proceso (situación, proyecto), bien sea para diseñar, desarrollar, controlar, evaluar posibles alternativas, o para la solución de problemas, se cuenta muchas veces con modelos o metodologías de carácter sistémico que pueden enriquecerse o interpretarse para comprender la complejidad de las interacciones que ocurren entre diferentes elementos del proceso (sistema).



*Figura 1.3.* Esquema de un sistema

Al concebir un sistema como una máquina o como un organismo se puede tomar como parte del reduccionismo, quizá equivocado en algunos entornos. Se emplea el término sistematizar para referirse al uso del computador para ejecutar ciertos procesos mecánicos de control u operacionales: préstamos bancarios, contabilidad o cartera, las notas de los estudiantes, control de vehículos, etcétera. Pero estos procesos son ajenos a las emociones (positivas y negativas); es decir, es algo repetitivo y rutinario. Es válido que una máquina o un organismo sea un sistema, pero no todo

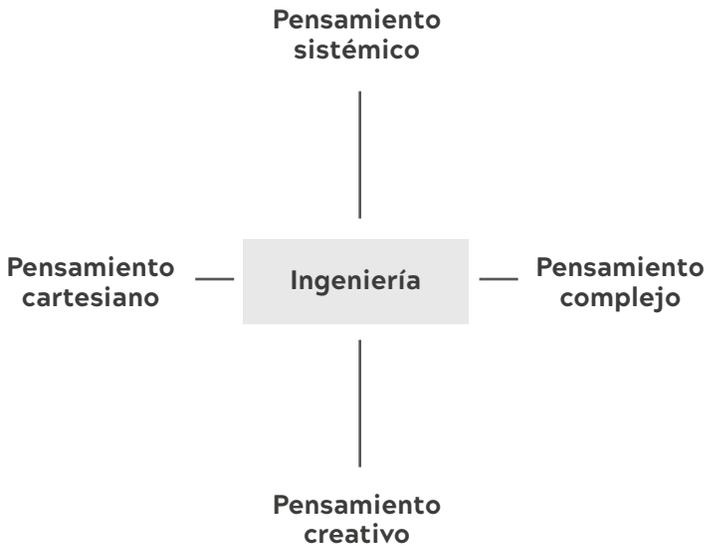
sistema puede ser una máquina o un organismo. Cuando se habla de sociedad, familia, reserva forestal, que son sistemas, se debe concebir otra idea, pues no es posible percibir todas las propiedades de esos sistemas.

Es cierto que el concepto de sistema se ha sesgado en un determinado sentido, y que el reduccionismo mecanicista hoy día no tiene la misma vigencia, puesto que a través de trabajos y procesos se articulan nuevos paradigmas. Cada uno sirve según un fin. Nuevas corrientes se constituyen en función de establecer, facilitar o potenciar las capacidades cognitivas del ser humano: pensamiento sistémico, pensamiento sociocrítico, pensamiento creativo, pensamiento complejo, etc.,<sup>3</sup> ilustrados en la figura 1.4, los cuales son un desarrollo importante y sustancial.

Varias son las convecciones que se abren paso pese a las dinámicas e incertidumbres, y particularmente porque en el siglo XXI hay desarrollo de lo humano, lo social, lo cognitivo; la formación debería emplear con mayor aplicabilidad los recursos de la investigación, la tecnología y el conocimiento (saber y ciencia) para que las personas desarrollen capacidades que permitan comprender la complejidad del contexto en que viven, de tomar conciencia por preservar el ambiente, y de avanzar hacia la consecución de una vida más humana; capacidad para dar respuesta a los desafíos y solución a problemas complejos.

---

<sup>3</sup> La teoría y las concepciones desde la psicología lleva a concebir variedad de tipos de pensamiento: 1) Analítico: comprender una situación dividiéndola en partes para considerar las implicaciones de las causas. Organiza las partes de un problema o situación en una forma sistemática a partir de comparaciones de diferentes características o aspectos. Siempre establece secuencia de tiempo, relaciones causales o relaciones condicionales. 2) Aproximado: forma de pensar sobre ideas que no fija su significado de manera precisa. 3) Conceptual: comprender una situación reordenando las partes de



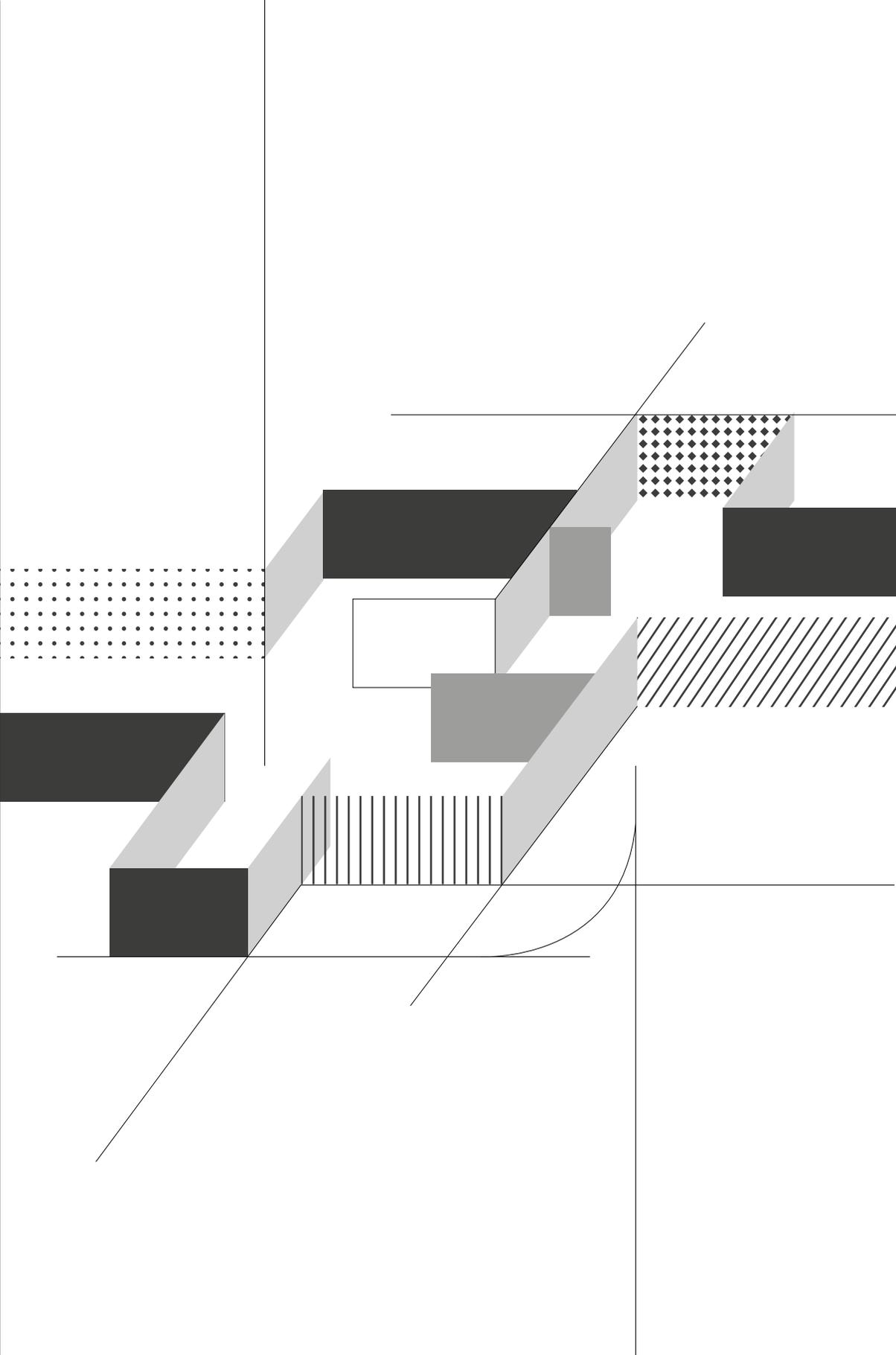
*Figura 1.4.* Pensamientos para la formación

los patrones o conexiones entre situaciones que no parecen relacionadas. Identificar los elementos clave en las situaciones complejas.

4) Convergente: escoger entre muchas opciones la más conocida para alcanzar una conclusión. 5) Divergente: generar muchas ideas u opciones como sea posible en respuesta a una pregunta o a un reto. 6) Jánico (del dios romano Jano): concebir dos o más ideas, imágenes o conceptos opuestos simultáneamente. Es un pensamiento complejo, diferente del pensamiento dialéctico, de la ambivalencia. Es capaz de pensar en un concepto y en su contrario sin problema. 7) Lógico: concatenar ideas mediante pasos que se justifican subjetivamente. 8) Metafórico: une dos conceptos de forma que el resultado sea la mejor comprensión de uno de ellos. 9) Sistémico: actitud del ser humano en la percepción del mundo en términos de totalidades para su comprensión. Se diferencia del método científico, que sólo percibe partes de éste y, en muchos casos, de manera incorrecta. 10) Synvergente: neologismo inventado por Michael Gelb para describir el uso de ambos hemisferios del cerebro. En pocas palabras, combina el pensamiento convergente y el divergente. Es ordenado, detallista, creativo y global. 11) Suave: denominación propuesta por Roger von Oech, que lo contrapone al pensamiento duro. Es metafórico, aproximado, difuso, gracioso, juguetón y tolera contradicciones.

## 2. Pensamiento complejo





*Ser humano que no cometa errores  
es porque no hace nada en la vida.*

*Autores*

Se vive en un mundo que se complejiza por diversas dinámicas y en todas sus dimensiones. La globalización de las economías, los medios y la era de la información muestran una realidad que en muchos aspectos poco se comprenden. La educación se basa en clases en las que no hay espacios para la reflexión y la crítica; está orientada a la memorización de un conocimiento en muchos casos ya obsoleto que hace crecer una falsa conciencia que poco impulsa la generación de competencias y la gestión del conocimiento.

En otra realidad, los ecosistemas, los sistemas vivos están en juego: no existe una conciencia para la protección de ellos como tampoco para la convivencia en comunidad;

se construyen puentes de comunicación fallidos que terminan en situaciones de violencia.

## 2.1. Bases

La vida humana debe cuidarse y el ser humano salirse de la inteligencia ciega en la que se encuentra el ser y tomar conciencia<sup>4</sup> sobre los males que genera. El pensamiento complejo es una nueva manera de pensar sobre la organización, el caos, el desorden, el orden, el ruido y el azar, entre otros, que se presentan en diversas situaciones de la naturaleza en el planeta y el universo; es decir, busca estructurar el pensamiento para determinar las incertidumbres, ambigüedades y dinámicas. No se puede estudiar la vida humana a partir solo de la biología, del mundo físico o de modelos en una sola disciplina; su estudio debe hacerse desde un enfoque antropobiosmológico, y esto es necesario porque la vida humana es un fenómeno complejo. Se requiere la transdisciplinariedad.

| 35 |

Nace el paradigma de la complejidad que de ninguna forma sustituye a la lógica deductiva,<sup>5</sup> tampoco es un ejercicio dialógico entre lo simple y lo complejo, no se reduce a

---

<sup>4</sup> Morin señala que la ‘inteligencia ciega’ produce ignorancia sobre el mundo real debido a que no puede ver la conjunción de lo uno y lo múltiple (Unitas múltiplex). O bien unifica en lo abstracto anulando la diversidad o yuxtapone lo diverso sin concebir la unidad. Ante la obsesión de comprender el universo, se destruyen las totalidades, aislando los objetos de sus ambientes y al observador del objeto observado (Morin, 1998).

<sup>5</sup> Los cambios de pensamiento a principios del siglo xx se complementan por discusiones entre diferentes científicos. La noción de paradigma científico establecido por Thomas Kuhn (1962, p. 17) y definido como “una constelación de logros, conceptos, valores, técnicas, etcétera, que comparten una comunidad científica y los emplean para establecer soluciones a distintos problemas”, permite enfocar varias concepciones.

concebir el todo sin dividirlo, enfatizando que no tiene sentido explicar por partes los fenómenos complejos; además, no está de acuerdo con la simplificación de los sistemas; de ahí que mira la vida humana como un fenómeno complejo por la variedad de elementos interconectados entre sí en que uno solo no posee vida, depende de los demás. Determinar qué es la vida no se logra viendo las funciones de cada uno de los componentes de un sistema vivo; no es un conocimiento simple sobre el mismo ser humano, puesto que es un sistema complejo.

El progreso de la sociedad está basado en un modelo de desarrollo capitalista-positivista que funciona manteniendo parte del poder concentrado en algunos grupos para tomar decisiones. Es una minoría la que goza de altos niveles de bienestar material y tecnológico, a expensas de una mayoría que sufre por sobrevivir en una jungla. Jungla porque cada uno piensa en sí mismo olvidándose de la sociedad en que vive, es decir, cada uno busca lo propio para sobrevivir, no importa a qué precio, algunas veces contra los mismos individuos del entorno.

El sujeto en esa jungla debe ser un guerrero, líder y recursivo, que construye a fuerza su entorno; debe tener presente que hay relaciones de tensión, de hostilidad, de defensa, de cambio, como también muros de diferencia y, sobre todo, que por momentos se considera inferior. Debe construir relaciones con la sociedad pero por las diversas contradicciones posee un desencuentro en la esfera interpersonal, falta comprensión del otro; aunque también ocurre en la esfera intrapersonal, no se comprende, no entiende qué sabe, y si conoce algo no puede aplicarlo eficazmente. Lucha contra el mismo.

La apropiación del saber por parte de la sociedad y la capacidad de innovación que el ser humano pueda proveer es necesaria y depende de cuán intensas y extensas sean las relaciones entre los diferentes sectores (económico, político,

religioso y educativo, entre otros) donde todos y cada uno hace parte de un sistema de acceso, generación y aplicación de conocimientos, aspectos ilustrados en la figura 2.1. Así, los paradigmas que podrían caracterizar la estructuración del pensamiento cambian al comprender fenómenos, al plantear estrategias y estructuras que son favorables para la innovación, la creatividad, convivencia y comprensión.

Hoy por hoy el ser humano está abocado a inestabilidades en el trabajo, en valores de familia, desfases de la política, las incertidumbres del conocimiento, el desconcierto y la urgencia por salir del paso. Por ello, surgen cuestionamientos en torno a si el pensamiento vigente permite abordar una realidad tan dinámica en todas sus dimensiones. En particular, la conciencia de las personas se dirige hacia ambientes superficiales que no tienen en cuenta el ser humano en sí mismo ni el ambiente.

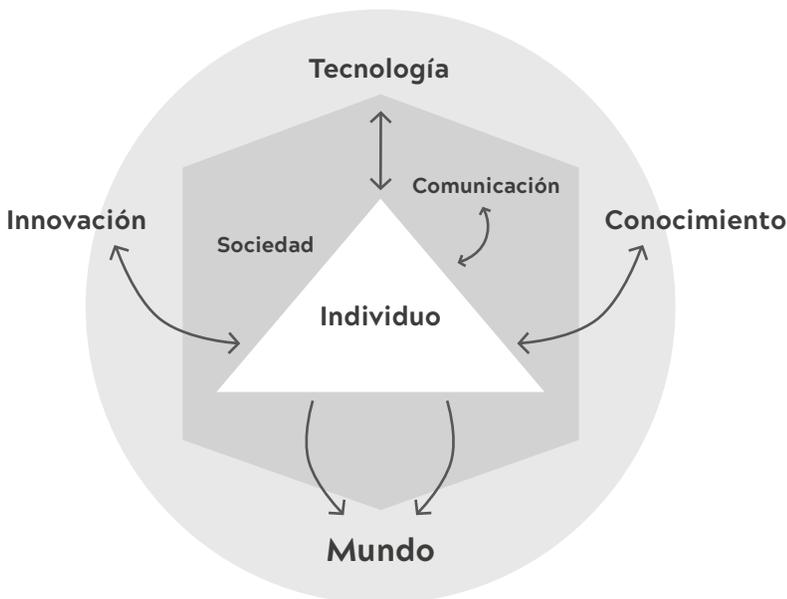


Figura 2.1. El individuo en la sociedad

Cambiar de paradigma no es fácil. Sin embargo, cambios verdaderamente estructurales y profundos se requieren en la educación;<sup>6</sup> algunos se implementan con cierto recelo y en condiciones no claras, quizá por la dependencia a políticas internacionales e incluso a organismos que nada tienen que ver con la educación (BM, OEA, FMI), lo que restringe el desarrollo en todos los órdenes y, sobre todo, porque no se piensa en los beneficios que se hallarían, aunque varios han sido los intentos, todos muy vagos; y esto puede ser por lo arraigado que se halla el pensamiento reduccionista, con el cual son muchos los adelantos y desarrollos en tecnología, ciencia y técnica que ha tenido la humanidad pero que para el estudio de ciertos fenómenos o situaciones no deja de ser limitado.

Varias personas que pasan los 40 años de edad conciben el proceso de razonar estancado por la estructura de pensamiento que la educación proyecta: el pensamiento reduccionista (lineal, mecanicista, cartesiano) que lleva a pensar que un mundo mejor no es posible y, por tanto los cambios no se comprenden, no se miran las bifurcaciones y fusiones insospechadas que suceden; no cabe pensar que

---

<sup>6</sup> Las reformas educativas tienen cambios significativos pero no profundos, no existe efectividad amplia y completa; transformación que no se da en todos los actores y ámbitos. Se sigue con el pensamiento reduccionista, el que predomina para abordar fenómenos, sin solucionar algunos problemas. Donde más se halla el tejido de interacciones: individuo, sociedad, naturaleza, subjetividades, emociones, es difícil reducir un problema, pues dinámicamente se transforman y hace imposible modelizarlas para estudio completo del comportamiento. La interacción individuo→sociedad→naturaleza→individuo no puede desligarse ni del mismo individuo que observa (investiga) ni del entorno. El que observa forma parte del fenómeno por su conocimiento, y de este y el enfoque depende cómo lo modeliza o conceptúa. No debe separarse de la sociedad y la naturaleza, pues participa en la construcción/destrucción de ellas; además, existen varios fenómenos ocultos que alteran de un momento.

existen variadas flexibilidades y contradicciones que requieren otro saber. Además, no se comprenden nuevas lógicas ni nuevas tecnologías.

Todo esto obliga a que deba propenderse por la reflexión dirigida a concretar una transformación educativa y la estructuración de un nuevo pensamiento, en lo posible complejo. Es un planteamiento que ha ido madurándose con estudio y reflexión, visualizando que los procesos de reflexión, crítica y apertura de la mente son fundamentales y necesarios en espacios donde el pensamiento no comprende subjetividades en el desarrollo de la ciencia.<sup>7</sup>

Existen políticas con enfoque a la preservación del ambiente, pero solo se limitan a la acción de no botar basura en los parques o en la calle. Asimismo, en las instituciones

---

<sup>7</sup> La subjetividad ha sido fundamental para el desarrollo, para comprender ciertos fenómenos mediante percepciones, saberes, emociones y sentimientos que impulsan a actuar, no todo es objetivable por el conocimiento incompleto. La subjetividad es una entidad dialógica, responde a la realidad al integrar bucles de retroalimentación. En principio se potencia y madura cualitativamente, se alimenta de imaginaciones y metáforas que multiplican la creatividad. No hay duda: el proceso de objetivación tiene límites marcados por la presencia misma del sujeto que objetiva. El pensamiento clásico posee errores que se derivan al suponer que lo observado es real. Todo porque la información no existe si no hay un sujeto para el cual algo tiene significado. En ese sentido, la significación depende del individuo, de ahí que se cambia de apreciación según el momento. El medio externo puede tener alteraciones, diferencias, irregularidades y el sujeto al percibir las determina información. Un sujeto al captar la realidad genera una relación específica, ocurre en todo sujeto. Para una ameba lo que es alimento en el medio, es información que incorpora al citoplasma, pero cuando tiene suficiente no incorpora más, aunque exista en el medio externo; es decir, lo que incorpora significa algo diferente con el resto del medio. Algo similar ocurre con el ser humano, en el aula no aprende y no atiende, porque la información del docente en apuntes, el tablero, el texto, para el estudiante es irregular en su entorno y no significa nada, no hay información. El objetivar, se expresa el mismo proceso y es imposible librarse de lo que hace posible el conocimiento sobre cualidades de los sujetos.

educativas, aunque se enseña a separar los residuos, a cuidar los árboles y las plantas, la educación no influye en el pensamiento ni en la conciencia para que se proteja el planeta. Una conciencia planetaria.

Según Morin (1995), los aspectos a tener en cuenta para una conciencia planetaria podrían ser: “Autoobservación amplia de toda construcción y lo existente; Activar el ejercicio reflexivo para problematizar;<sup>8</sup> Revisar las interacciones entre los diferentes factores en un fenómeno y Reflexionar sobre los males que el ser humano genera (p. 87).”

En pocas palabras, el sujeto que desarrolla conciencia planetaria está en continua reflexión sobre los fenómenos complejos, cuestionándose y observando todo para fortalecer la construcción que la naturaleza realiza.

El pensamiento complejo reposa en las relaciones que se derivan de las interacciones entre el todo y las partes (unidad), pues emergen interacciones entre las partes y el todo que lleva a generar constreñimientos, llevando a que se vea abocada la unidad (Morin, 2000). Las nuevas generaciones nacen con cambios culturales muy distintos, cambios que surgen por ser *sujetos reflexivos* de las crisis a nivel local o global, que además, consideran no requerir información, ya que, pueden acceder a ella cuando lo deseen.

| 40 |

## 2.2. Enfoque

Podría afirmarse que el pensamiento complejo se desarrolló en momentos en que surgían teorías y enfoques sobre los

---

<sup>8</sup> Las personas reflexivas observan desde varias perspectivas distintas. Recogen datos y los analizan cuidadosamente antes de dar una conclusión. Son precavidos y analizan las implicaciones de toda acción. En reuniones observan, escuchan y razonan antes de decir algo, por lo que muchas veces pasan inadvertidos.

sistemas; el desarrollo de las nuevas tecnologías facilitaron que la investigación en la forma de abordar los problemas encontrara otros matices (sobre todo para los problemas dependientes de fenómenos biológicos o ecosistemas). De hecho, en la actualidad la investigación en computación trata de abordar los diferentes sistemas de manera integrada con otros sistemas, su adaptación y acoplamiento a las nuevas reglas dentro de un medio nuevo, característica que es notable años atrás, a saber: el entorno en el cual se hizo posible la invención de la rueda tenía consigo necesidades, relaciones entre pueblos, inventos de herramientas, lo cual influyó directa e indirectamente en diferentes estudios o necesidades de la sociedad (Wolfran, 2002). El ser humano del siglo XXI debe ser mejor observador y creativo, poseer una estructura mental flexible y abierta, pues requiere siempre contemplar los elementos aparentemente simples que podrían existir en una realidad para que sea posible realizar una invención, ya que todos los elementos del entorno deben considerarse.

| 41 |

El pensamiento complejo es un enfoque que concibe el estudio de un sistema como un agente global en una telaraña de interacciones que son difíciles de abordar a simple vista. Al considerarse global, se relaciona con fuerzas externas (eco) y determina las relaciones al interior del mismo (auto). Conviene aclarar que desde el pensamiento complejo, un determinado tema de estudio va al exterior y es retroalimentado por los comportamientos de este.

Muchas cosas deben cambiar y la capacidad de observación debe aumentar, pues se debe tener en cuenta que en la realidad existe infinidad de interacciones, quizá establecidas por variedad de sistemas vivos; pero a la vez el ser humano debe entender que existen limitaciones en su conciencia, sobre todo, por el llamado que hace la expresión “conciencia planetaria” (Morin, 1993). Conciencia promovida por el pensamiento complejo que requiere sensibilidad diferente, para la cual se necesitan vivencias formadoras

desde el entorno familiar y educativo, fundadas en valores para una educación sustentable.

La necesidad de una educación sustentable lleva a que el pensamiento ecológico se enfoque en la noción de sustentabilidad,<sup>9</sup> en la visión de la realidad articulada como un ecosistema, al igual que promueve la utilización del pensamiento complejo. Si este pensamiento se extiende, difundiría una conciencia planetaria, y la intención de un mejor ambiente no puede ser solo expresión imaginativa o una utopía creyendo que no se puede hacer frente a las consecuencias por los problemas expansionistas que aquejan a unos y que deterioran la naturaleza afectando toda vida en el planeta.

El pensamiento ecológico y la conciencia planetaria exploran el universo, generan actitudes que mejoran el comportamiento para lograr calidad de convivencia con la naturaleza. Son disposiciones actitudinales que deben ser activas facilitando un acercamiento amable a la realidad compleja del otro y, finalmente, contribuyendo a difundir valores de respeto frente a la diversidad de la realidad viva del ecosistema, de esa naturaleza que provee muchos elementos para la misma vida.

Al emplear la expresión educación sustentable, se alude a aquella que activa ciertas llaves pedagógicas mejorando la conciencia del sujeto, su desarrollo moral y humano; un pensamiento que protege la naturaleza. Es una actitud favorable consciente de la autolimitación en la sa-

---

<sup>9</sup> La noción de sustentabilidad incluye varios referentes, en especial los que juzgan las instituciones y las prácticas vigentes, visualizando cómo debería ser el mundo en un futuro y poniendo en tela de juicio las propiedades emergentes que surgen por interacción de los componentes en el entorno social. Lo principal es buscar desarrollar un pensamiento ecológico para salvar al planeta de la destrucción que el ser humano realiza (Peñalver, s.f.).

tisfacción de necesidades reales como principio racional, promueve la protección de los recursos en la biodiversidad de los ecosistemas. La ética integral corresponde a un ser humano igualmente integral, activo y reflexivo, que se ubica en niveles superiores de desarrollo moral, con criterios de autonomía, disposición emancipadora que deconstruye sus propias fronteras del pensamiento e integra su afectividad a esa naturaleza que da calidad a la vida.<sup>10</sup>

Todo esto se hace necesario porque el ser humano actúa de manera depredadora, destruyendo la naturaleza, la sociedad y su misma conciencia por efecto de una educación que mutila el conocimiento, que no proyecta aprendizaje sino memorización. El resultado es, pues, fijarse una manera de estar en el mundo, establecer unas relaciones que le permitan desplazarse satisfactoriamente.

*...no se puede reducir ni el todo a las partes ni las partes al todo,  
ni lo uno a lo múltiple, ni lo múltiple a lo uno...*

| 43 |

*Edgar Morin (1993).*

El fenómeno de la globalización construye un conjunto desconcertante de realidades con oposiciones y contradicciones donde se hallan reflejos de una realidad para los grupos de poder, la ciencia, educación y cultura, y otras para las demás personas, que son la mayoría. Realidades que mutuamente se rechazan por pertenecer a órdenes opuestos de significación que, sin embargo, operan como realidades

---

<sup>10</sup> Una posición ética en los procesos educativos es brindar posibilidades a cada aprendiz de desarrollar su autonomía, su aprendizaje, su conocimiento en su proceso formativo; es decir, estimular el pensamiento reflexivo y crítico, como el sistémico y creativo para que pueda afrontar los problemas en su realidad ante los diferentes cambios y dinámicas que suceden.

superpuestas. La globalización, en todos los niveles, provee ambigüedad, construyendo la “crisis de la modernidad” (de la posmodernidad). Cada vez la realidad se manifiesta más cuántica, observada por una percepción educada para captar realidades mecánicas. El pensamiento positivista<sup>11</sup> sin lugar a duda ha sido el motor del desarrollo científico y tecnológico en décadas pasadas, pero desarrolla teorías de una manera unidimensional, considera elementos simples de los fenómenos, las relaciones son siempre lineales, y por ello no comprende y colapsa ante la ambigüedad y la misma complejidad. En este contexto, el pensamiento reduccionista desconcierta y pocas veces toma decisiones cuando es una realidad compleja; también se niega a abstraer nuevos métodos de aprendizaje.

La globalización es solo el nombre con el cual se reconoce la fase actual de desarrollo histórico del capitalismo; no es una fuerza que condene de antemano a la opresión, a limitar la conciencia; tampoco es algo que no deje reflexionar ni entrar en el desarrollo, es simplemente una necesidad del poder por adquirir mayor capital, por tener mayor dominio, por restringir la socialización del conocimiento.

Las personas en el mundo globalizado, en la era del conocimiento (o era de la información), requieren otros referentes porque los que existen ya están desbordados, no permiten comprender ciertos fenómenos que ocurren, en particular en lo social, y en forma general, sobre los eco-

---

<sup>11</sup> El origen del positivismo se remonta al siglo XIX, nace con Augusto Comte, quien publica el *Curso de filosofía positiva* (1830- 1842), a partir de que el bien de la humanidad podría forjarse a través de la producción de conocimiento científico en lugar de comprender el mundo desde una concepción humana y natural. Así se puede avanzar en el control científico de las fuerzas de la naturaleza al producir un orden regulatorio de la misma, de la sociedad y del ser. Todo se redujo a la construcción de mecanismos, normas y controles.

sistemas. Por tanto, los educadores deberían activar en los estudiantes la autocrítica a la realidad puesto que por falta de reflexión sale a flote una falsa conciencia que solamente parece ser reproductora de conocimiento muy limitado y que, por supuesto, es producto del pensamiento reduccionista, que en pocas palabras: aunque no hay dudas de que ha sido la base para el desarrollo vigente, no ha mirado con detenimiento el cuidado de la naturaleza, del planeta, del ser.

Según el pensamiento simplificador, el modo de pensar proyecta un modelo de producción de bienes y capital que no soporta del todo el paradigma “perdido” descrito por Morin<sup>12</sup> y, por tanto, no lleva al sujeto a que mejore su forma de conceptualizar, actuar, relacionarse, sentir y vivir, puesto que el sujeto del paradigma perdido sobrevive en una jungla, y para ello se ha educado en razón de que debe vencer fuerzas amenazantes del entorno, que existen por acción de fuerzas externas y extrañas, y donde la ley es “sálvese quien pueda”.

| 45 |

Una jungla en que las leyes del mercado, el poder económico y político, la distancia entre las clases sociales, la jerarquización de la realidad y la delimitación del conocimiento establecidos por el positivismo, se refuerzan unos con otros en una cosmovisión de la realidad de dominación, paternal o autoritaria, afectiva o formal, como regla de juego de un modelo de poder que se manifiesta normalmente abusivo y excluyente, que resultan factores cruciales que obstaculizan los procesos de individualización y el desarrollo de capacidades; el ser está limitado a las condiciones que se le imponen.

Se requiere una educación que cumpla con las demandas de la sociedad de hoy día, que genere competencias

---

<sup>12</sup> Para ampliación, véase el libro de Edgar Morin (2000a). *Paraíso perdido*. Se tendrá una mejor idea de lo expresado.

cognitivas para la gestión del conocimiento y una mejor convivencia social, que reduzca las deficiencias y surjan sujetos capaces de enfrentar la competitividad, sobrevivir en la desconfianza y la hostilidad con sus congéneres, y surjan procesos instruccionales que retroalimenten comportamientos, que reafirmen niveles de satisfacción estructural y funcional. Deben generarse procesos que lleven a estudiar los sistemas como un todo, no por partes para luego reunir las teorías disjuntas construidas, que acepten y comprendan las incertidumbres, que acepten y comprendan los procesos dialógicos que suceden, que se estructure el pensamiento para la comprensión total de la realidad y de la complejidad que la cubre.

El paradigma reduccionista promueve orden, simetrías, dominación, discriminación, exclusión, porque lleva a la construcción de jerarquías. Jerarquías entre los del norte y los del sur, entre blancos y negros, entre docentes y estudiantes, entre ricos y pobres, entre los que continúan y los que no; esto quizás ahoga la capacidad crítica del pensar y de asombrarse. Los sujetos sufren de la incapacidad de acción ante el poder, la sociedad y la vida. Se crean conciencias cercadas para expresar ideas y reflexionar; por tanto, no son capaces de pensar con otra lógica. Además, aunque se percibe que deben ser abiertas, flexibles y creativas, y no lo son del todo. Su formación es reduccionista.

Al partir del hecho de que las personas construyen la sociedad con sus pensamientos (ideas, modelos,...), al igual que el mundo, y que el mundo y la sociedad construyen la conciencia del ser humano; cambiando la forma de pensar, seguramente cada persona podría transformar el mundo en el que vive concibiendo procesos que ofrezcan apertura mental. Sin embargo, para esas actividades se requiere la *metacognición* como parte de una mirada inte-

gradadora de las diversas problemáticas.<sup>13</sup> La metacognición implica forjar sujetos reflexivos, un modelo de desarrollo diferente, con unos procesos de enseñanza-aprendizaje que promuevan competencias. Sin embargo, por la lógica que se posee, existen limitaciones para el procesamiento de lo que se supone es metacognición, dado que el pensamiento se ha estructurado para separar objetos y, por tanto, no visualiza las conjunciones ni la trama de interacciones ser→sociedad →naturaleza →ser.

La metacognición es un proceso cognitivo mental en que los sujetos toman conciencia de lo que aprenden, del conocimiento que poseen. Todo sujeto posee un espacio intersubjetivo complejo donde la incertidumbre y la sensibilidad cognitiva interactúan para que aprenda (aula-mente-social); los seres humanos aprenden, desaprenden y reaprenden en cualquier espacio y tiempo, porque además de que se necesita que esto suceda (es una realidad que se vive), deben surgir dinámicas para gestionar el conocimiento.

| 47 |

Se deben tener muy en cuenta los procesos mentales que se llevan a cabo en el sujeto en el proceso de enseñanza-aprendizaje, donde tanto el estudiante como el docente son actores importantes. No se posee capacidad para precisar con exactitud qué hacen estos procesos, por ejemplo; no se percibe cómo se aprende ni cuándo; tampoco se sabe por qué se olvida o por qué unas temáticas son más fáciles que otras. Por qué se pueden relacionar unas teorías y otras no. Se conoce algo que algunas veces son solo suposiciones subjetivas.

---

<sup>13</sup> Se requiere pedagogía que promueva el aprendizaje significativo y renueva el sentido de las cosas a partir de la vida cotidiana desde un ejercicio más igualitario y solidario de las relaciones interpersonales. El ser debe desarrollar las cogniciones afectivas que estimulan la gestión del conocimiento.

La metacognición se relaciona con aprender a aprender, autoaprendizaje, autoorganización de ideas, de conocimiento, mejora la conciencia y la imaginación; son procesos del pensamiento. La metacognición se entiende desde el pensamiento complejo y la transdisciplinariedad que identifican las partes esenciales que la integran: conciencia, conocimiento y competencias, entre otras. Es un proceso dinámico de autorregulación que responde a las interacciones en el entorno así como a las intenciones del ambiente. Al descomponer la palabra, *meta* es el prefijo griego que significa “más allá”. *Cognición*, por su parte, se refiere a las transformaciones que los individuos hacen según los estímulos del entorno. Es decir, la cognición se conforma de procesos cognitivos, a saber: observación, definición, memorización, seguimiento de instrucciones, clasificación, comparación, categorización, inferencia y análisis-síntesis. En otras palabras, la metacognición son procesos mentales que permiten determinar las actividades de los procesos cognitivos y sus particularidades.

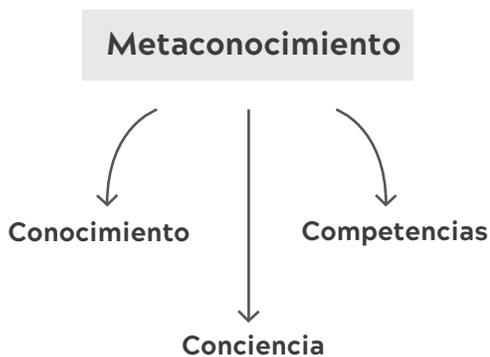
| 48 |

Dado que conciencia, conocimiento y competencias subyacen a la metacognición, aspectos ilustrados en la figura 2.2. Conciencia del latín *conscientia* “conocimiento compartido”; *conscientia* significa literalmente “con conocimiento” (del latín *cum scientia*), e implica varios procesos cognitivos interrelacionados; se aplica a lo ético, a los juicios sobre el bien y el mal de las acciones humanas. También se define como el estado cognitivo no abstracto que permite la interacción, interpretación y asociación con los estímulos externos por la realidad.

- *Conocimiento*. Capacidad de actuar, procesar e interpretar información para generar más conocimiento o dar solución a un problema. Es combinación de sensación, percepción, memoria, entre otros, que converge en la formación de contenidos; en muchos casos

se consigue mediante la experiencia personal, la observación o el estudio.

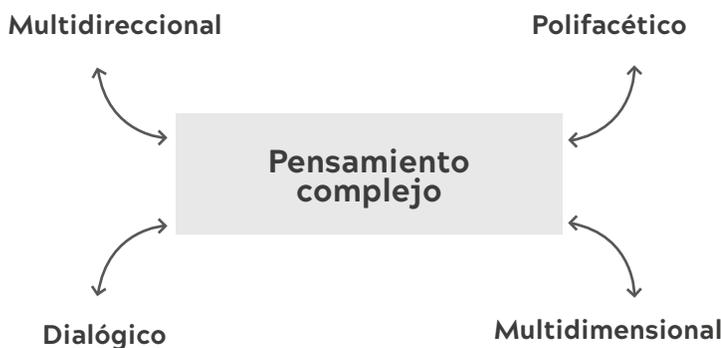
- *Competencias.* Son atributos y destrezas mentales o cognitivas que se ponen de manifiesto cuando se ejecuta, en forma exitosa, una tarea o se realiza un trabajo, son entidades más amplias y difusas que los constructos psicológicos tradicionales porque hacen referencia a múltiples actividades, en entornos cambiantes, contextos y dimensiones múltiples.



*Figura 2.2.* Relaciones del conocimiento

Para que las personas desarrollen el hábito de reflexionar se requiere una reeducación con otra proyección, un reaprender de las teorías y procesos diferentes del funcionalista y unidimensional (Pozzoli, s.f.), que parta de desarrollar una transformación educativa que lleve a una nueva generación de educadores (sujetos complejos) que tengan capacidades para promover el aprendizaje metacognitivo, el aprendizaje de la globalidad, el aprender a aprender, capacidades que se desarrollarían a partir de procesos de reflexión que lleven a desaprender y reaprender teorías y conceptos que por efecto de distintas dinámicas han adquirido otras connotaciones.

Como se puede observar en la figura 2.3 el pensamiento complejo impulsado por Edgar Morin proyecta generar capacidades para cambiar esquemas mentales lineales por un pensamiento multidireccional, multidimensional y polifacético. Un pensamiento que posea sensibilidad respecto a los fenómenos vivos en el ecosistema, a cuidar la vida humana, a propender por afianzar las relaciones interpersonales (sociales), a buscar entenderse a sí mismo. Sensibilidad que debe ser característica central del sujeto complejo, que de seguro será capaz de evolucionar su reflexibilidad, sus emociones y sentimientos, sus relaciones y, lo más fundamental, desaprender y reaprender el conocimiento.



*Figura 2.3.* Ideas del pensamiento complejo

Para desarrollar la sensibilidad hacia el ser, la sociedad y el planeta es necesario un nuevo paradigma que abra las fronteras del pensamiento. Considerando frontera no como aquello que separa a antagónicos o rompe dos realidades, sino como ese proceso que lleva a gestionar conocimiento más allá de las disciplinas en que se formó inicialmente, de las ciencias, de la cultura, y que permite ver distintas realidades en una confluencia de fuerzas, de

comportamientos, de sujetos, de sistemas; donde pueda establecerse un diálogo entre el orden y el desorden, el vacío y la forma, lo que se piensa y lo que se siente (Novo, 2004). Las fronteras deben romperse en los procesos educativos a fin de formar sujetos complejos, esta ruptura ayuda a generar relaciones hacia la capacidad de reflexión que implica relativizar, suavizar el pensamiento categórico, modular las expresiones de poder, asumiendo la responsabilidad de los efectos que las asimetrías pueden tener para quienes poseen menos recursos.

Según Morin, el pensamiento complejo como el mismo paradigma de la complejidad permite construir un sujeto complejo, representado en la figura 2.4, que por sí sería autocrítico, reflexivo y transformador,<sup>14</sup> capacidades que le dan habilidades para descubrir su yo y que generalmente se hallan ocultas debido a la lógica de un pensamiento estructurado, a la falta de reflexión, a la poca capacidad de comprensión de las realidades. Ser reflexivo implica verse a sí mismo.<sup>15</sup> Entonces, la reflexión (reflexividad) de la que se habla no es un proceso cognitivo solamente, es la interacción de las ideas con los sentimientos, las emociones, los afectos y las sensaciones, entre otras cosas. Pero para

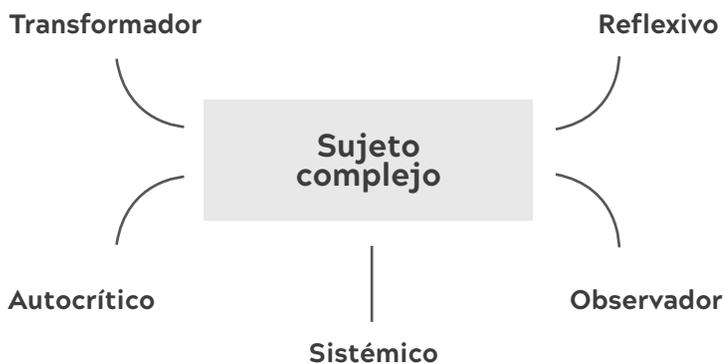
---

<sup>14</sup> Capacidades en que el sujeto puede repensarse a sí mismo, aprender del error, descubrir en su interioridad otros mundos, destrabarse, desentramarse, desligarse, reactivarse, desaprender y, sobre todo, ampliar las relaciones con su entorno, su mundo, y buscar cómo salvar al planeta el cual considera su fuente de vida (Morin citado en Stacey, 1996)

<sup>15</sup> La reflexión es parte de la autonomía como capacidad para pensar, deliberar, juzgar, elegir y actuar en diversos ámbitos de acción; es aceptar desafíos para enfrentarse a solucionar problemas en concordancia con sus principios y los de la sociedad; es evaluar detenidamente cada acto que ha de realizar; es conocer qué puede hacer, cómo y con qué. La reflexión es un proceso metacognitivo, una estrategia compleja, a través de la cual se toma conciencia de las

la reflexión se requiere ampliar la autoobservación que de manera simple es una interconexión profunda del razonamiento, la emoción y la afectividad; y para esto se requiere una mayor comprensión de la realidad, de las capacidades y del mismo conocimiento.

La autoobservación es una capacidad que individualiza los sujetos, cada sujeto se hace particular en el contexto, en su sociedad, en la naturaleza, y construye su propia conciencia. La autoobservación es un proceso que coconstruye una red de relaciones para cuidar de su propia vida, su ser. Es un proceso de transformación del modelo de la toma de decisiones, de la gestión del conocimiento, de la mirada a la realidad. Es considerar que todo lo vivo evoluciona, pero también evoluciona el conocimiento, la sociedad, la realidad.



*Figura 2.4.* Capacidades del sujeto complejo

---

creencias, de la cultura, del conocimiento y de los intereses, los cuales se depuran críticamente para convertir al sujeto en constructor del conocimiento propio y de las acciones que se realizan. Dicha reflexión como perspectiva metacognitiva establece una estrecha relación entre el pensar reflexivo y el mismo proceso educativo, para determinar los cambios que suceden hacia una mejora.

Todo lo vivo posee dinámicas que lo individualizan en la realidad. Cuando un individuo tiene capacidad de autoobservación, es reflexivo, lo lleva, en parte, a ser un sujeto complejo, que reconoce las múltiples interdependencias y retroacciones que lo sitúan en una red.<sup>16</sup> Al estar integrado, se es parte, y si es parte, participa autónomamente como sujeto activo porque tiene necesidades, reflexiona, critica, vive una realidad y puede aportar algo. Además, si se considera la parte y el todo a la vez (*unitas multiplex*), en ello surge la conjugación que superpone dependencia y autonomía, es decir, posee una mente en que convive el orden y el desorden (Pozzoli, 2001).

Introducirse en el pensamiento complejo implica adentrarse en la idea de red, en que las personas por sí mismas se sienten motivadas a desplegar una ética universal para la aceptación de todas las ideas que produce el otro yo (Torres, 2007).

En el pensamiento complejo, la condición de sujeto activo muestra la superposición de las polaridades del eje sujeción/autonomía, sujeto/objeto, parte/todo, orden/desorden, sin que se anulen, más bien son complementarios y están en continua interacción por establecer una dinámica hacia una organización. Estos hechos no son vistos en el paradigma simplificador (reduccionista, mecanicista), donde la lógica dominante es la de hechos mutuamente excluyentes (prendido o apagado, blanco o negro, vivo o no, A o no A, hombre o mujer). Y desde luego, con el pensamiento complejo el sujeto es autónomo, tiene capacidad de reflexionar, deliberar, criticar y elegir; de trabajar y descan-

---

<sup>16</sup> Una red involucra uno de los principios expuestos por Morin, el hologramático: la parte está en el todo y el todo está en la parte (Morin, 1997).

sar, de ser parte de una sociedad o de otra, de aprender y desaprender, como se muestra en la figura 2.5.<sup>17</sup>

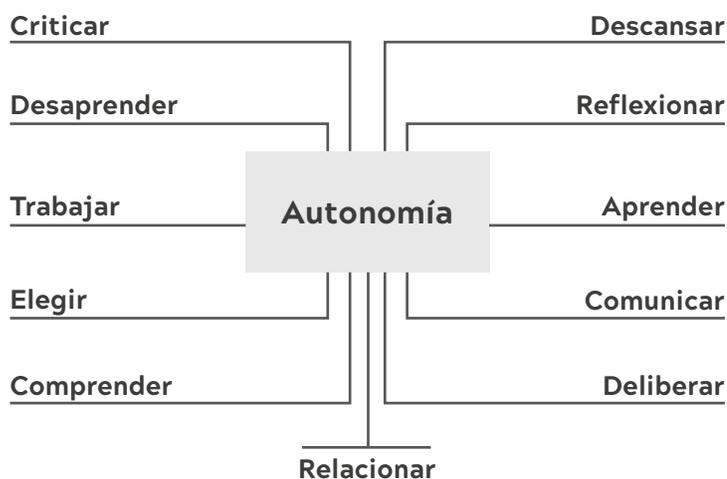


Figura 2.5. Capacidades con pensamiento complejo

Etimológicamente, autonomía implica autogobierno, el yo autónomo sigue siendo un yo social (Pozzoli, 2001). Como es social (vive en sociedad), construye relaciones entre el pensamiento, su yo, el entorno y la realidad. Luego, incorporar aspectos del pensamiento complejo implica agregar elementos que presentan una dialógica; es decir, una convivencia con sus antagonismos y, por tanto, están los valores de justicia, reciprocidad y equidad presentes. Tener autonomía es parte esencial ya que el desarrollo humano

<sup>17</sup> Puede pensarse que el ser humano es autónomo; sin embargo, son pocos los que se atreven a criticar, a reflexionar sobre la calidad de vida de la sociedad donde viven. El pensamiento mecanicista con el que se formó no le dio herramientas para desaprender, a fin de comprender la complejidad y la realidad.

no es posible bajo la sumisión; poseer autonomía supone audacia para crear significados, actitudes y valores. A pesar de todo, el aprendizaje en el modelo de poder funcionalista, basado en el paradigma reduccionista, desempeña un papel importante que obliga a que el sujeto complejo educado en ese modelo tenga la oportunidad de redescubrir sus capacidades, comprender las incertidumbres, gestionar conocimiento y correlacionar los significados que, en general, parecen estériles por la subjetividad, pero que la misma autonomía permite administrar los recursos de la vida.

Un producto de la reflexividad es el requerimiento de desaprender algunas teorías, es decir, romper relaciones con viejas definiciones, conceptos, tendencias, cuestionando las dudas y las incertidumbres; elementos que llevan a cuestionar las certezas positivistas, a reflexionar sobre ellas, base para pensar en estructurar un pensamiento complejo.

Muchas personas estiman que la educación se da en la escuela (colegio o universidad), pero desconocen el papel que desempeña la familia, la sociedad, los textos, esto es efecto del pensamiento reduccionista. Por eso es necesario refundar la tarea educativa a fin de ampliar la capacidad de interlocución o comunicación, de reconocer la potencia de la acción de los interactuantes y, sobre todo, trabajar en cooperación más que en la competición. La educación no se da por el solo hecho de adquirir (aprender) teorías (conceptos, explicaciones, aplicaciones,...) y generar con ellas competencias cognitivas; también requiere construir estructuras en valores, como afianzar su cultura y creencias, establecer una ética y generar una conciencia planetaria.

Las personas del común parecen tener un mismo modelo para organizar su vida cotidiana; es un fenómeno estático en el que están presentes los valores del funcionalismo que han regulado desde hace siglos la conciencia y, por ende, se establecen relaciones de sometimiento, de aceptar cualquier norma, de seguir por el mismo camino, de no

cuestionar aquello que genera dudas. Reflexionar sobre esas acciones y otras más es clave para la transformación del pensamiento, porque de lo contrario se reproducen las estructuras políticas y sociales, y que en cierto modo es la abstracción de un modelo de comportamiento que se debe seguir.

No es fácil educar sujetos complejos puesto que implica un conjunto de tareas, entre las que se cuenta hacer una opción consciente, reflexiva, con amplia autoobservación; en la que se deben diferenciar los valores funcionalistas identificados hoy día con el modelo de desarrollo neoliberal y expansionista.<sup>18</sup> Se debe reflexionar sobre por qué es inmodificable una situación, por qué una idea sirve y qué resultados se hallarían en el futuro para bien de la sociedad. No se lleva una convivencia sana ni se preserva el ecosistema de la destrucción. Existen impulsos de una razón autocentrada e individualista que no promueve la convivencia, más bien el abuso, el aislamiento y la confrontación, como lo plantea Pozzoli (s.f.). En pocas palabras, no se es un sujeto con sensibilidad hacia su sociedad, la naturaleza, el planeta y, por tanto, se está condenado inevitablemente a la destrucción, hacia un abismo al cual poco a poco se dirige. Seguramente se querrá evitar esto, pero para ello se requiere un reaprendizaje sobre la realidad, los valores, los conceptos, una conciencia planetaria, es decir, un andar orientado por el pensamiento complejo.

Seguramente estas ideas despiertan muchas resistencias, críticas o contradicciones debido a que el llamado a la amabilidad, a la sustentabilidad, a la sensibilidad hacia la naturaleza y el otro yo, a la preservación del planeta implican incomodidades para ciertos grupos; de ahí que exis-

---

<sup>18</sup> El modelo neoliberal apunta a la construcción de un sentido común conformista legitimado, que se apoya en el sustrato de una idea de normalidad; de un sentido común que acepta la sociedad como algo natural e inmodificable. Un estilo cognitivo formado por un paradigma que separa, fragmenta, reduce.

ta incertidumbre para la convivencia pacífica, para que no haya corrupción, para seguir una vida llena de alegrías. Por tanto, el llamado al cambio de paradigma no tendría otro sentido que evitar seguir paulatinamente a un fin no deseado. Seguir con la lógica del pensamiento disyuntor impulsa la arrogancia y una lógica impositiva que restringe espacios para la reflexión, el aprender a pensar, el aprender a aprender, a ser más amables, a convivir y reconocer el otro yo y proteger el planeta. No se estaría eliminando estar dispuestos a acoger, a escuchar, a recibir, a dar, a generar acciones para que el otro ser vivo se sienta considerado, estimado; crear verdaderos espacios de convivencia, de comunidades colaborativas de aprendizaje.

Puede afirmarse que el sujeto complejo mira la realidad desde la complejidad expresada por Morin; esto implica que se debe poner en práctica un modelo con un funcionamiento no jerárquico, con una cierta anarquía (desorden/caos) que emerge de las confluencias electivas inesperadas y azarosas en busca de comprender la realidad.

Como se ilustra en la figura 2.6, el pensamiento complejo ayuda a fortalecer la autonomía, la iniciativa, la creatividad, la síntesis, las dinámicas que son riqueza de la vida. El pensamiento complejo lleva al sujeto a aceptar las incertidumbres y abandonar algunas certezas que de alguna manera han obstaculizado su desarrollo humano, a aceptar valores contrahegemónicos. Y debe aclararse que las dinámicas entre orden y desorden no le hacen perder al sujeto activo su estructura, pues funciona como una estructura disipativa,<sup>19</sup> es decir, como un sistema abierto y por ello, es necesario reflexionar sobre posibles ambigüedades.

---

<sup>19</sup> En 1977 Ilya Prigogine ganó el premio Nóbel de Química por su teoría de las estructuras disipativas. La cual se enfoca al comportamiento de los sistemas abiertos, aquellos cuya estructura se organiza por una disipación continua de energía y que así mismo produce un continuo intercambio de energía con el entorno.

Este pensamiento parte de la premisa de que cuanto existe en la naturaleza –incluyendo el comportamiento humano– actúa desde los principios organizativos de los sistemas abiertos, que todo está interconectado y en interdependencia como parte de un sistema global.<sup>20</sup> El sujeto reflexivo consciente del conjunto de conjunciones que debe realizar, se torna más responsable y activo. Esta es una razón por la que la conciencia planetaria influye en la conformación de actitudes proactivas y contribuye a gestar la expresión de acciones correspondientes a una participación cooperativa que forma parte del reconocimiento, de sentirse parte de, lo que deviene en un bien mayor para todos. La conciencia planetaria, pues, se mira a sí misma como parte de un mismo órgano, de un mismo cuerpo cosmogónico.<sup>21</sup>



*Figura 2.6.* Bondades del pensamiento complejo

<sup>20</sup> La organización sistémica se compone de seres vivos, los que generan energía para activar reacciones desde la organización hacia esta. Todo lo vivo es una emergencia de una red de componentes y como tal su actuar influye en el entorno, bien sea, por la energía que toma o le provee.

<sup>21</sup> La conciencia planetaria lleva a considerar a los seres humanos como componente amplio en una red de relaciones que busca proteger el planeta. Morin señala que cada ser es un verdadero cosmos (Morin, citado en Fried, 1995).

El paradigma de la complejidad constituye un intento formal por presentar una comprensión integral de los fenómenos desordenados, complejos, inestables, aleatorios, difusos, los cuales no describen de manera precisa su comportamiento; tal como sucede en un sistema de fluidos, una organización, la sociedad, el aprendizaje, los estados mentales o de conciencia, los procesos de ebullición y explosión en el sol u otras estrellas, el trayecto de una estrella furtiva, etcétera. El intento surge al querer entender el comportamiento de sistemas que parecen caóticos, inestables, pero que se estructuran con un grado alto de niveles de complejidad, aunque también sucede al estudiar sistemas que parecen ser dinámicos (un empresa, un aula de clases, un currículo,...).

Desarrollar el pensamiento complejo facilita abandonar un modelo de tipo funcionalista y pasar a otro de consecuencias ecológicas, donde una diferente lógica cognitiva, una diferente jerarquización del pensamiento y de orientación de la acción contribuye a la configuración de redes, a aceptar que las contradicciones son muy necesarias.

Cambiar de paradigma exige cambios en las jerarquías, en la estructuración del pensamiento, en las interrelaciones, en el actuar del ser, lo que tiene incidencia en el contexto social, en esa organización en la que se estructuran relaciones interpersonales con respecto a los recursos y capacidades.

En sí, un sujeto complejo adquiere capacidades para mejorar su sensibilidad a fin de vivir adecuadamente en cooperación y para beneficio de toda la comunidad, entendiendo las diferencias, las contradicciones y los antagonismos. Incorpora aquello alojado en las fronteras indirectamente y contribuye a favorecer los aprendizajes, para enfrentar y desenvolver en todos sus puntos sus contradicciones internas. El pensamiento complejo es un camino al cambio que implica, además, una vía de superación a la falta de sentido existencial que suele ser dominante en la actualidad y que podría recuperar el efecto motivador de las utopías.

Para construir esa sensibilidad de la que se habla, es necesario revisar con honestidad los problemas por el desarrollo en los que se tiene injerencia y protagonismo, reflexiones sobre los procesos educativos, no en cuanto a qué contenido, sino al proceso de reflexión y crítica que podría llevarse a cabo en el aula; a los procesos para la gestión del conocimiento como a la construcción de relaciones sociales entre esos estudiantes y la autoobservación de la realidad y la naturaleza en función de formar una conciencia planetaria.

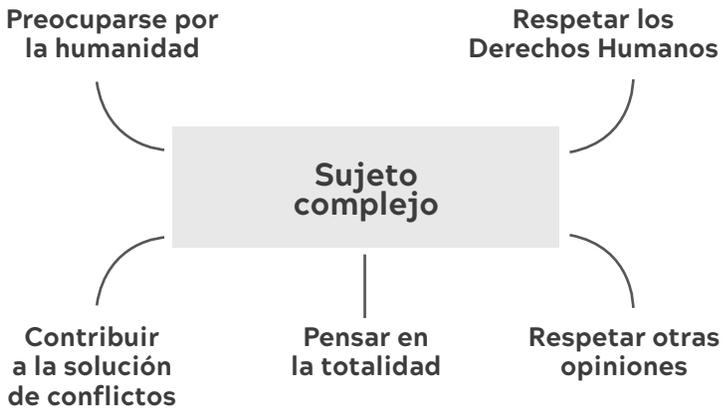
Con el pensamiento complejo, como se muestra en la figura 2.7, se promueven en los sujetos varias actitudes que los harían distintos, en especial, el cambio de comportamiento lineal al que están acostumbrados, con ello cambiar la forma de actuar, y las principales actitudes serían:

- Pensar en la totalidad (holísticamente) sobre la diversidad y la naturaleza.
- Contribuir a la solución no violenta de los conflictos en los grupos de los que se forme parte.
- Preocuparse permanente por la humanidad y vivir con todos los seres del planeta.
- Respetar los Derechos Humanos acordando principios básicos de justicia, equidad y comunidad.
- Respetar opciones diferentes salvaguardando la autonomía.

Pero nada de ello sería posible sin una profunda reforma educativa que promueva una nueva manera de pensar, actuar, aprender: la metacognición, es decir, generar una forma de pensar diferente para que ocurran transformaciones necesarias en términos de:

1. Totalidades más que fragmentos.
2. Redes más que jerarquías.
3. Relaciones más que objetos aislados.

4. Calidad más que cantidad.
5. Sustentabilidad más que explotación.
6. Suficiencia más que escasez.
7. Conocimiento contextual y orientado a la cultura más que un conocimiento objetivo y final.



*Figura 2.7.* Actitudes del sujeto complejo

En lo educativo, los grupos (de reflexión, comunidad, docentes, estudiantes, familiares incluso) pueden ser un agente para el cambio. Sin embargo, el paso a un paradigma nuevo es una experiencia que necesariamente genera variados resultados y beneficios, es de convicción, de interés, de querer comprender fenómenos que con el pensamiento que se posee le ha sido imposible en su totalidad; el cambio lleva a aceptar las incertidumbres y dialógicas que se presentan; el cambio es una disposición que depende de procesos de razonamiento, de las demandas internas y externas que se experimentan, del desarrollo ético y moral alcanzado y del estilo cognitivo usado para pensar la propia realidad tal como lo afirma Pozzoli (2001); también depende de factores azarosos y misteriosos, que surgen de la fuerza reguladora de la

vida, de la naturaleza y por el conjunto de relaciones que se construyen entre los miembros de una sociedad.

Hay que recordar que el desarrollo de distintas disciplinas, como las Ciencias Sociales y otras áreas de conocimiento tienen la misión de proveer mayores niveles de justicia, convivencia, desarrollo social y equidad en las diferentes sociedades. Además, desarrollan un conocimiento sistemático sobre la realidad susceptible de validación empírica. Sin lugar a dudas, en el siglo xx, las Ciencias Sociales realizaron contribuciones fundamentales para entender y realizar progresos en la vida económica, política y social de los países. A partir de que en algunas situaciones no se podía aplicar el método científico para solucionar los problemas, surgió lo que se llamaría “crisis paradigmática”, que por sí misma impulsó la búsqueda de respuestas a las demandas de conocimiento emergentes. Se empezó a entender que se requerían otros modelos, otros métodos, otras visiones, para determinar y comprender fenómenos que continuamente se observan. El requisito fundamental era la colaboración de variadas disciplinas, incluyendo las formales (matemáticas, física, química,...), como las sociales y las ambientales, entre otras.

| 62 |

### **2.3. Paradigma**

Es necesario pensar un poco en los cambios de paradigma que requiere la sociedad y en la manera como se concibe la realidad, el mundo, el mismo ser; en los procesos de la vida, en la sociedad y en el planeta y, por qué no, en el cosmos, y que se manifiesta de forma más abierta hacia el comienzo del siglo xxi. No todos tienen la percepción de que acabar con la naturaleza es reducir la capacidad de vida. El sentido dado al término paradigma es el de consenso social y científico de conceptos, procesos, aplicaciones, modo de vida,

modo de hacer ciencia, modo de enseñar y de aprender, necesarios para el desarrollo social.

El paradigma de la simplicidad es el que rige la formación, surge por las relaciones de producción, la necesidad de posesión de los bienes, de adquirir poder que tiene como ejes que el ser humano adquiriera conocimiento acabado sin ser completo, que separe las partes del todo y del entorno, que analice, no que sintetice.

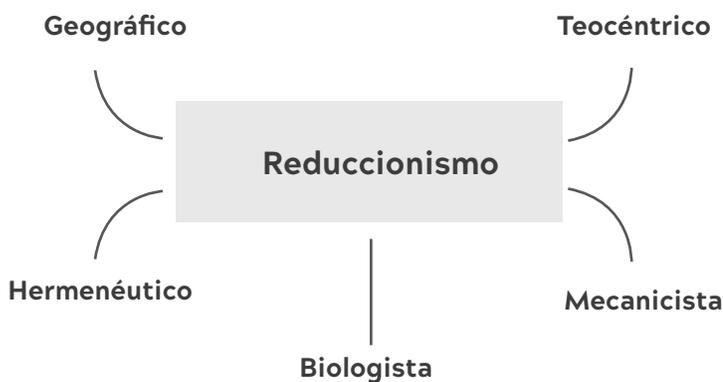
Casi de forma natural, en el proceso de percibir la realidad el sujeto presta mayor atención a una parte de la totalidad que por alguna razón despierta en él mayor interés y esto puede afectar la comprensión de ella, aunque el sujeto ha intentado siempre conocer los más complejos fenómenos naturales y humanos acudiendo a elementos muy concretos y cotidianos.

El paradigma de la simplicidad dio piso a muchos elementos de la modernidad, pero la historia de la humanidad posee ejemplos de diversas corrientes reduccionistas. Esto no es vano, siempre se ha buscado tener poder, aunque sea poco, se determinan políticas para que la mayoría no llegue a adquirir el conocimiento que podría ser necesario para solicitar reivindicaciones.

Han existido distintos tipos de reduccionismo en la historia de la humanidad, representados en la figura 2.8, y que dan lugar, de alguna forma, al pensamiento de la modernidad. El reduccionismo *teocéntrico*, producto de la idea infundida en el temor a los dioses. El reduccionismo *mecanicista*, que partió quizás, de los estudios mecánicos de Da Vinci, los experimentos de Galileo, las tesis de Kepler, la ley de Newton, que propiciaron el mecanicismo cartesiano. El reduccionismo *geográfico*, propiciado por la colonización y, por tanto, la determinación de fronteras. El reduccionismo *biologista*, propiciado por el positivismo para clasificar las ciencias y construir disciplinas. El reduccionismo *hermenéutico*, resultado de la

crisis del paradigma positivista y la racionalidad donde la filosofía propicia el análisis de nuevas dimensiones.

Del mismo modo que desde los primeros estadios del desarrollo humano, existen premisas epistemológicas, ideológicas y sociales con diversas formas de reduccionismo, a la vez existen similares concepciones que generan enfoques que con diferentes términos, pero con contenido conceptual de profundas aproximaciones, han tratado de superar los enfoques reduccionistas y proponer perspectivas algo más enriquecedoras.



| 64 |

*Figura 2.8.* Algunos tipos de reduccionismos

El pensamiento sistémico y el paradigma de la complejidad son en gran medida nuevos enfoques. Miran la totalidad e integran la simplicidad. El pensamiento sistémico busca aplicarse en múltiples disciplinas, observa la realidad como un todo y tiene en cuenta al sujeto (ser humano) como parte de ella; el paradigma de la complejidad se abre sobre lo inconcebible, es inclusivo (asume la incertidumbre de no poder conocerlo todo), es inagotable (nunca se acaba), articulatorio (integra diferentes campos de conocimiento), integra al sujeto y al objeto, es interdisciplinario,

utiliza la totalidad de las potencias humanas, y es dialógico (relaciona términos contrarios). Pero la diferencia más importante es que considera al ser humano (sujeto) y su punto de vista en el estudio de la realidad.

El paradigma de la complejidad surge de las crisis, de la no comprensión de ciertos fenómenos, de las necesidades que en la sociedad se suscitan por querer dominar la naturaleza. Pues no se trata de simplificar los fenómenos, sino de entenderlos globalmente, sin mutilar el conocimiento, buscando la interacción de diversas ciencias, sus enfoques, sus métodos; en otras palabras: aplicar algo de transdisciplinariedad y lo sistémico.

El pensamiento simplificador (reduccionista) al desintegrar las relaciones de la red de la realidad hace nacer al pensamiento sistémico<sup>22</sup> y surge el pensamiento complejo que busca integrar lo más factible, a fin de ampliar la forma de pensar, no rechazar las incertidumbres que se presenten, no mutilar el conocimiento, tener una visión multidimensional.

| 65 |

Así es que la nueva ciencia cuenta con el mundo y reconoce al sujeto. Más aún, presenta a uno y a otro de manera recíproca e inseparable: el mundo no puede aparecer como tal, es horizonte de un ecosistema del eco-sistema, horizonte de la *Phycis*, no puede aparecer si no es para un sujeto pensante, último desarrollo de la complejidad autoorganizadora. (Morin, 1999, p. 56)

---

<sup>22</sup> Toma siempre el todo considerando que para comprender ciertos comportamientos de un sistema debe adentrarse en las partes, pero teniendo presente el todo, su entorno y la realidad.

## 2.4. Características

El concepto de complejidad no se define totalmente y el pensamiento complejo no es aún un concepto acabado; es una conceptualización que está en proceso, porque definir complejidad en diferentes disciplinas sería contradecir algunas proposiciones enunciadas, y aunque podría decirse que el pensamiento complejo busca determinar características de un sistema complejo llamado educación o proceso educativo, son variados los elementos e interrelaciones que aún deben precisarse; entre otras cosas porque, además, se limitaría la complejidad de lo complejo.

La complejidad no es un problema de una ciencia en particular, es un problema de un paradigma de la forma del conocer, es un problema que a diario se presenta en la interacción social, es un problema que es tangible a la hora de evaluar, es un problema a la hora de aprender, de comprender la realidad y la naturaleza.<sup>23</sup>

Aunque el reduccionismo planteó métodos muy valiosos para determinar el comportamiento de los fenómenos, no es posible la certidumbre total, y la incertidumbre debe reconocerse como resultado de las emergencias y las dinámicas interactivas que suceden en todo fenómeno, especialmente los sociales, y en ellos está la educación.

El pensamiento complejo parte de antagonismos, y claramente establece que, por ejemplo, es absurdo creer que

---

<sup>23</sup> El ser humano ha buscado desentrañar la diversidad de fenómenos que ocurren en la naturaleza: los rayos, los volcanes, los huracanes, y las evidencias dejadas por antiguos pobladores de la Tierra: egipcios, mayas, vikingos, etc. Se lanzaron teorías sin conocimiento amplio, como es el caso de la asistencia de inteligencias extraterrestres en la antigüedad, a pesar ya haber avances en la astronomía, la hidrología y otras áreas; pero cada una tiene sus contradicciones según las disciplinas desde la cual se mire; aunque se hace necesario que para un futuro más promisorio debe hacerse con transdisciplinariedad.

todo es determinista, pero también lo es creer que todo es azaroso. “La fenomenología natural, biológica y humana es una mezcla de orden/desorden; necesidad/azar; estabilidad/dinamismo” (Morin, 2000b, p. 114).

El pensamiento complejo plantea poco creíble y válida la idea de que “... el conocimiento es un proceso lineal, acumulativo, que avanza haciendo luz allí donde antes había oscuridad, ignorando que toda luz también produce, como efecto, sombras” (Morin, 1999). Claro que no excluye la linealidad, por el contrario la incluye en la construcción de modelos recursivos que permitan entender la realidad, considerando que no existe modelo completo que pueda abstraer una parte de la realidad, mucho menos, si esa parte posee variadas interacciones.

El pensamiento complejo no elimina lo simple, pero sí crítica la simplificación. El pensamiento complejo es complejo al ser multidimensional y buscar percibir las interacciones que se dan en los diferentes procesos y entre ellos. Considera que todo fenómeno o proceso posee distintas dimensiones y por ello también debe estudiarse en una integración de todas ellas. Pensar en un solo sentido es un pensamiento reductor (reduccionista).

El pensamiento complejo, dentro de sus conceptos fundamentales, critica fuertemente a aquellos métodos rígidos que no aceptan la mínima incertidumbre, y que todo lo que se halla es verdad absoluta. Pero también esboza que no considera la verdad total, es simplista; es eliminar el método con que se halló. Puede ser que un método dé resultados satisfactorios en un contexto y en otros no, sirva para unos enfoques y para otros no, los aplique bien unas disciplinas y otras no. Es decir, la certidumbre/incertidumbre no necesariamente afectan a todos los fenómenos de la naturaleza; exista o no es aleatoria. Además que el método debe aprender de sí mismo, en especial el pensamiento complejo, debe dudar de sí, el método por sí mismo es

una experiencia, es un aprendizaje y debe estar en continuo cambio, en continúa búsqueda, en continua retroalimentación y reforma.

El método, por tanto, precede a la experiencia, emerge durante la experiencia y se puede presentar al final. El método debe considerarse un aprendizaje, y el aprendizaje como un camino en espiral que poco a poco se acerca a la comprensión del fenómeno o situación en estudio. El método en todo momento se descubre, y descubre diferentes estrategias para modificarse.

Método —→ Experiencia —→ Método

El método, la teoría y el pensamiento complejo toman una relación muy interesante. La teoría es un punto de partida, no es un conocimiento, es un paso para hallar el conocimiento; no es la solución, es la posibilidad contextual para tratar un problema. A partir de la teoría el método cambia, se regenera.

El método debe aprender de sus errores, no desecharlos, más bien estudiarlos, asimilarlos, sacar provecho de ellos e incorporarlos para realizar los cambios pertinentes. La idea de verdad absoluta es la principal fuente de error. La verdad no puede volverse insensible a los errores o a la duda. Una verdad absoluta no existe, mucho menos es válida para todos los contextos, la realidad cambia, evoluciona, al igual que el conocimiento y las mismas verdades.

“El método es obra de un ser inteligente que ensaya estrategias para responder a las incertidumbres. Es un viaje que no se inicia con un método, se inicia con la búsqueda del método” (Morin, 2001, p. 102). Con esto, Morin da a entender que solo los seres humanos construyen métodos, pero se parte de otros métodos que no han dado respuestas satisfactorias; tal vez generaron duda, es decir, surgieron incertidumbres, derivaciones, finales inesperadas, acoples

de obstrucción, canales que poco comunican, y por ello se inicia un camino para llegar a estructurar algo nuevo: un método, un conocimiento, una realidad.

Según Morin (2000b, 2005), se deben considerar siete (7) principios base en el pensamiento complejo, representados en la figura 2.9, que estructuran relaciones tanto para el método como para el mismo pensamiento complejo, estos son:<sup>24</sup>

- *Principio sistémico u organizacional:* conocimiento del todo y las partes y viceversa. Conocer las diferentes partes, las interacciones que forman, las relaciones con el todo, la estructura y las dinámicas que suceden. Todo tiene una estructura, un comportamiento, una posible organización que debe ser comprendida de forma sistémica.
- *Principio hologramático:* cada parte contiene la totalidad de la información del todo. La parte está en el todo y el todo está en la parte. Es un principio que

---

<sup>24</sup> Edgar Morin, basado en la teoría de la información, teoría de sistemas, la cibernética y en los procesos de autoorganización biológica, construye un “método” que busca entender la complejidad del ser humano, la sociedad, la cultura, el ecosistema, a partir de que el todo está en cada parte y la parte le pertenece a un todo, es decir, no acepta la separación para el estudio. Morin describe que “la teoría de sistemas ha abierto una posibilidad de entender de forma amplia las llamadas hasta entonces unidades de análisis, que en adelante, al entenderse como sistemas permite comprender problemas tales como organización, interrelaciones, dependencias, engranajes, interretroacciones, etcétera” (Morin, 1997, p. 63). En general, las relaciones ecológicas, entendidas como las existentes entre los elementos del sistema y de este con otros conjuntos y el medio ambiente (contexto o entorno) que es el que provee un plan de informaciones y energías y al mismo tiempo le reciben sus respuestas en un proceso polidireccional, polivalente, multifacético, azaroso. Surgiendo adelantos en la teoría de sistemas que permiten la posibilidad de interrelacionar-unir elementos de diversas disciplinas que en el paradigma clásico aparecen disjuntos.

está presente en el mundo biológico y sociológico (Morin, 2002); es decir, la realidad no está hecha de partes, como lo suponen los reduccionistas, ni tampoco de totalidades, como lo promulgan los holistas.



*Figura 2.9.* Principios del pensamiento complejo

El todo no puede concebirse sin las partes ni las partes sin el todo. El tren lo conforma la locomotora y los vagones (todo). Unos vagones sin locomotora y sin vagones no es tren. Una clase no lo es sin docente o sin estudiantes, se requieren ambos. Un campo no lo es si no existen allí habitantes (campesinos) y siembra. Sin embargo, se precisa que, en general, la parte es distinta del todo, pero siempre lo contiene parcialmente; también se precisa que la parte no contiene totalmente al todo, a menos que la parte sea igual a él. Por tal motivo, se pueden reconocer las partes del todo.

El estudio separado de las partes no necesariamente provee conocimiento del todo, porque en sí existen propiedades y comportamientos producto de las interacciones entre ambos.

- *Principio de retroactividad:* existe una retroalimentación constante en todo fenómeno o proceso; las retroacciones negativas actúan como mecanismos reductores de la desviación y las retroacciones positivas permiten ampliar las tendencias. En el proceso educativo, para entender los errores o ampliar el contexto se requiere retroalimentación del docente hacia los estudiantes y de estos hacia el docente. Debe ser una continua comunicación bidireccional que lleva a ampliar la comprensión de la realidad.
- *Principio de recursividad:* en un proceso los efectos y productos son causantes y productores del mismo proceso. Un proceso recursivo es aquel en el cual los productos y los efectos son, al mismo tiempo, causas y productores de aquello que les produce (Morin, 2000a).

Afortunadamente, la realidad no es como se modeliza porque es compleja. Entonces, ¿la naturaleza está ordenada en algún entorno? No. Solo se emplean descripciones que consideran aspectos físicos, relacionales, funcionales, olvidando los ámbitos de lo humano y lo social. El ser humano construye la sociedad que lo ha construido; como define conceptos a partir de otros conceptos, la sociedad se construye por diversas interacciones y complejidades.

En el aula, la información que trasmite el docente es causa para que el estudiante interrelacione con conocimientos previos, lo que produce el efecto de conocer más y, por tanto, es causa para realizar cuestionamientos al docente por aquella curiosidad que posee para comprender la realidad.

- *Principio de autonomía e independencia:* la autonomía no existe sin las múltiples dependencias. La dependencia del individuo se debe a la energía captada cultural y biológicamente. La autonomía le da capacidades al ser para determinar relaciones posibles.

En el aula, el estudiante es autónomo para interrelacionar la información que le es transmitida pero esa interacción depende de la amplitud del conocimiento captado, del docente que la trasmite y de las aplicaciones que se proyecten. Y aunque parece autónomo, debe cumplir unas normas que lo limitan en parte, y aun así tiene toda la autonomía.

El ser humano (individuo) es parte de una sociedad y de una especie en una realidad, triada que se puede observar en la figura 2.10, las cuales ayudan a construir y preservar la autonomía e independencia que posee, pero a la vez es dependiente y por ello debe seguir las normas que le imponen.

- *Principio dialógico:* orden y desorden son dos enemigos muy amigos; uno suprime al otro pero, al mismo tiempo se colaboran y producen la organización. Este principio permite mantener la dualidad en el seno de la unidad. Asocia dos términos a la vez complementarios y antagonistas.

| 72 |

La producción del conocimiento científico admitió, por mucho tiempo, una premisa dentro de su lógica: si sucede A no puede suceder no A, simplemente porque se consideraba improbable, aunque sea posible. De alguna manera, la ceguera intelectual hizo olvidar que la probabilidad 0 no es sinónimo de imposibilidad. Se ilustra en la figura 2.11 que la naturaleza no es así, ella admite la ocurrencia de A y no A al mismo tiempo. Una verdad es siempre una verdad a medias. El desarrollo del ser humano está dado por una lógica no lineal, pues la lógica lineal admite solo un valor de verdad, y otras lógicas admiten más de uno (difusa, multivaluada, temporal, modal,...). Comprender eso, por mucho tiempo, era atentar contra el pensamiento científico regido por el paradigma de la simplicidad. Todo se puede desmoronar si no se aceptan las interpretaciones convencionales (Uribe, s.f.).

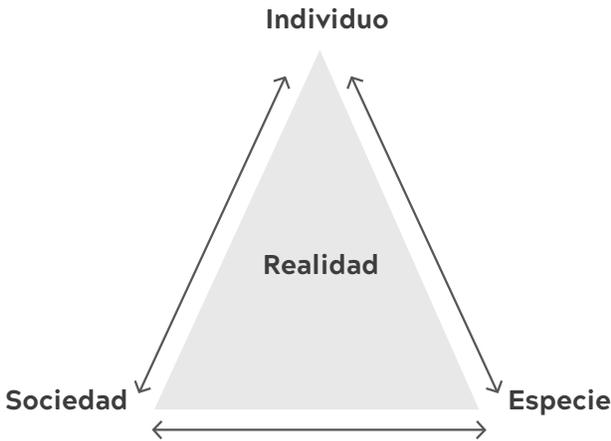


Figura 2.10. El individuo en la realidad

El principio dialógico acepta lo antagónico y complementario. Lo que hace posible la diferencia es la repetición y aplicación; no existe lo uno sin lo otro y cada cual lleva dentro de sí su antagónico. Aquello que se pensaba contrario en el pensamiento simplificador, bajo la perspectiva dialógica es complementario. No es fortuito que los polos de un imán aparezcan unidos en su punto medio, o como la cinta de Moebius; por algo será.

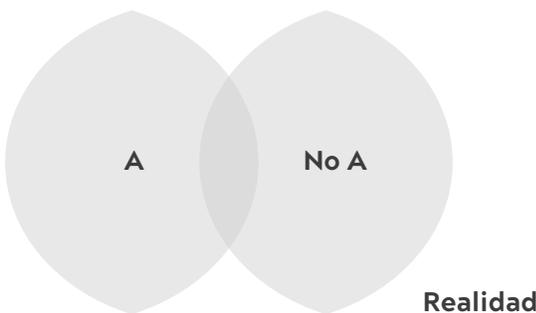


Figura 2.11. Valores complementarios

Este principio ayuda a pensar que las lógicas que se complementan no existen sin las lógicas que se excluyen, el sonido no es concebible sin el silencio, la luz no existe si no hay sombra, no hay día sin noche, no hay valles sin montañas, no hay docente sin estudiantes.

En el aula, cada estudiante y el mismo docente poseen diferente lógica, quizás alguna con mayor orden que otra; además podría estar estructurada o ser compleja. Sin embargo, por un buen tiempo deben convivir. En esa convivencia se alimentan de variedad de aspectos para construir/reconstruir una realidad.

- *Principio de reintroducción del cognoscente en todo conocimiento:* el sujeto está dentro de la realidad que trata de conocer y, por ello, como el pensamiento pertenece al sujeto se intenta confundir con la lógica. Esta es un instrumento del pensamiento de la que se vale el sujeto pero que también puede ser superada. Entender esto debe llevar a evitar la desarticulación y fragmentación del conocimiento adquirido, así como la simplificación de las ideas de lo social y lo político, de lo implícito y lo explícito, de lo científico y lo común.

Cada principio de los enunciados tiene sus cualidades pero todos se encuentran estrechamente relacionados. Cualquier punto de inicio es válido. Luego, un final siempre es un nuevo principio y un principio puede tener un final nuevo. Los principios enunciados y explicados en forma separada forman parte de un todo, son partes y construyen relaciones, lo que hace casi imposible tener ejemplos precisos que ayuden a su percepción de forma separada.

La percepción de determinadas configuraciones complejas, por ejemplo, las relaciones espaciales, las emociones, los impulsos creativos, funciones todas asociadas por los hallazgos de la ciencia hacia el hemisferio derecho

y la interacción entre los hemisferios, no se respetan, no se controlan como se merecen, lo mismo que la capacidad de síntesis, la simultaneidad o la conectabilidad. Es urgente, por ello, tomar decisiones para darle rigor a la simbiosis cognición-afecto en la tarea educativa.

Se entiende que la persona que no recibe estimulación y entrenamiento pluridimensional en ambos hemisferios, uno analítico/auditivo y el otro global/visual, corre peligro de atrofiamiento, al menos parcial, del potencial de uno de ellos, con lo cual puede suceder que abandone el mínimo esfuerzo, es decir, pierda motivación.

Toda investigación parte de plantear un problema; se estructura un método para estudiar características de las situaciones considerando los elementos que fueron causas para tratar de hallar una posible solución. Sin embargo, el surgimiento del pensamiento complejo (pensamiento sistémico) como enfoque plantea métodos para idealizar de forma diferente un problema. En pocas palabras, investigar con el pensamiento complejo involucra determinar las fuerzas externas (eco) y las internas (auto) que en el todo construyen relaciones con sus partes, con el entorno, que a partir de ellas existen retroacciones e interacciones que producen dinámicas que pueden alterar la observación del problema; por tanto, la situación problema debe observarse en distintos momentos, pues dados los diferentes cambios que suceden las causas también podrían cambiar, existir otras, no verse algunas en otros momentos, en fin, hasta concebir que se trata de diferentes problemas.

La complejidad del pensamiento se encuentra siempre inmersa en él, y esta depende de las observaciones, es decir, del entorno en que se halla y de la capacidad perceptiva. Así que investigar con pensamiento complejo requiere considerar grados de complejidad del pensamiento con que está observándose el problema. Cuanto más complejo sea el pensamiento, el proceso de investigación llevará consigo un

conjunto de actividades, demostraciones, pruebas que permitan mejores resultados puesto que la perspectiva desde la cual se mira el problema trae consigo diferentes enfoques, de donde podría afirmarse que el pensamiento complejo es de carácter transdisciplinar.

A medida que el grado de complejidad del pensamiento aumenta, se incrementa la percepción de los problemas. Esto constituye un riesgo pues el desarrollo podría afectarse porque no se llega a algún resultado positivo en el tiempo predeterminado.

Otra característica del pensamiento complejo es afrontar un problema sin dividirlo en subpartes; es decir, no considerarlo como la suma de partes con menor grado de complejidad.<sup>25</sup> Podría asociarse con la formalización (podría ser matemática) del problema en que la solución del todo está dada por la solución de subproblemas que lo conforman, pero en sí no debe pensarse en hallar soluciones locales sino más bien globales.<sup>26</sup>

---

<sup>25</sup> Todo problema se percibe con una complejidad que puede maximizarse o minimizarse. Al pensar en la universidad como generador de investigación sería importante que la universidad centrara sus procesos desde la perspectiva del pensamiento complejo, ya que muchos de los trabajos investigativos generados están ahí, perdidos. Estos deben estar patrocinados por entidades externas, donde tendrán aplicación y con objetivos reales para la generación de conocimiento, y ojalá, con carácter multidisciplinar para mayor integralidad.

<sup>26</sup> Desde el momento en que el investigador detecta un problema, la formulación se afecta por distintos cuestionamientos adicionales, quizá por los comportamientos sociales, legales y agentes externos. Son los agentes externos cuya acción fortifica, soporta o afecta el problema. Por ejemplo, la incidencia de los proveedores en el funcionamiento de una empresa. Por tanto, el investigador debe aceptar que hay factores externos que deben analizarse (demás sistemas). Los proveedores dependen de otros factores que, a primera vista, no afectan al sistema; es decir, su funcionamiento de los demás sistemas que conforman la sociedad (sin mencionar otros factores externos), ya que existen colaboraciones entre los diferentes sistemas para todos los procesos.

Es así que, si mencionamos que nada existe por sí solo, eventualmente allí se resumen los adelantos investigativos en diferentes disciplinas; por ejemplo, sistemas de información (geográficos, financieros, documentales,...), la robótica, los electrodomésticos inteligentes, los cuales se integran a otros sistemas para mayores funcionalidades con miras a acoplar medios para vivir en el entorno cómodamente.

Y conceptualizando por qué el pensamiento complejo facilita ver los problemas sociales en sus diferentes dimensiones, las interacciones que ocurren por diversas fuerzas y que se enmarañan fuertemente, lleva a pensar en el grado de consistencia y sincronización entre los (sub)sistemas. Es necesario contextualizar todo el sistema y su entorno, algo decisivo, pues existen comportamientos y cambios bruscos dentro y fuera del sistema, aun del mismo entorno. Si existe un grado de sincronización bajo, al menor cambio en el entorno, existe una gran posibilidad de que ocurra un caos.

La investigación es amplia pero no compleja, pues el proceso incrementa el estudio de los comportamientos dentro del entorno en el que se encuentra, exigiendo enfoques desde diferentes áreas del conocimiento, a la vez que se afrontan los subproblemas no como una forma de facilitar la investigación del problema sino como una forma de diagramar, independizar los diferentes subsistemas y tener una mejor visión global del problema. Es precisamente una de las ventajas de investigar desde el pensamiento complejo, desde el punto de vista de la resolución del problema, la cual consiste en que esa investigación ayuda a clarificar realmente el problema, sus causas y sus verdaderos antecedentes, pues la esquematización global permite una apreciación más detallada del problema y su entorno.

La interdisciplinariedad en un grupo de investigación es característica inminente cuando se investiga empleando el pensamiento complejo, pues cada tema se desarrolla, se proyecta, se enfoca con otras áreas: sociales, formales, natu-

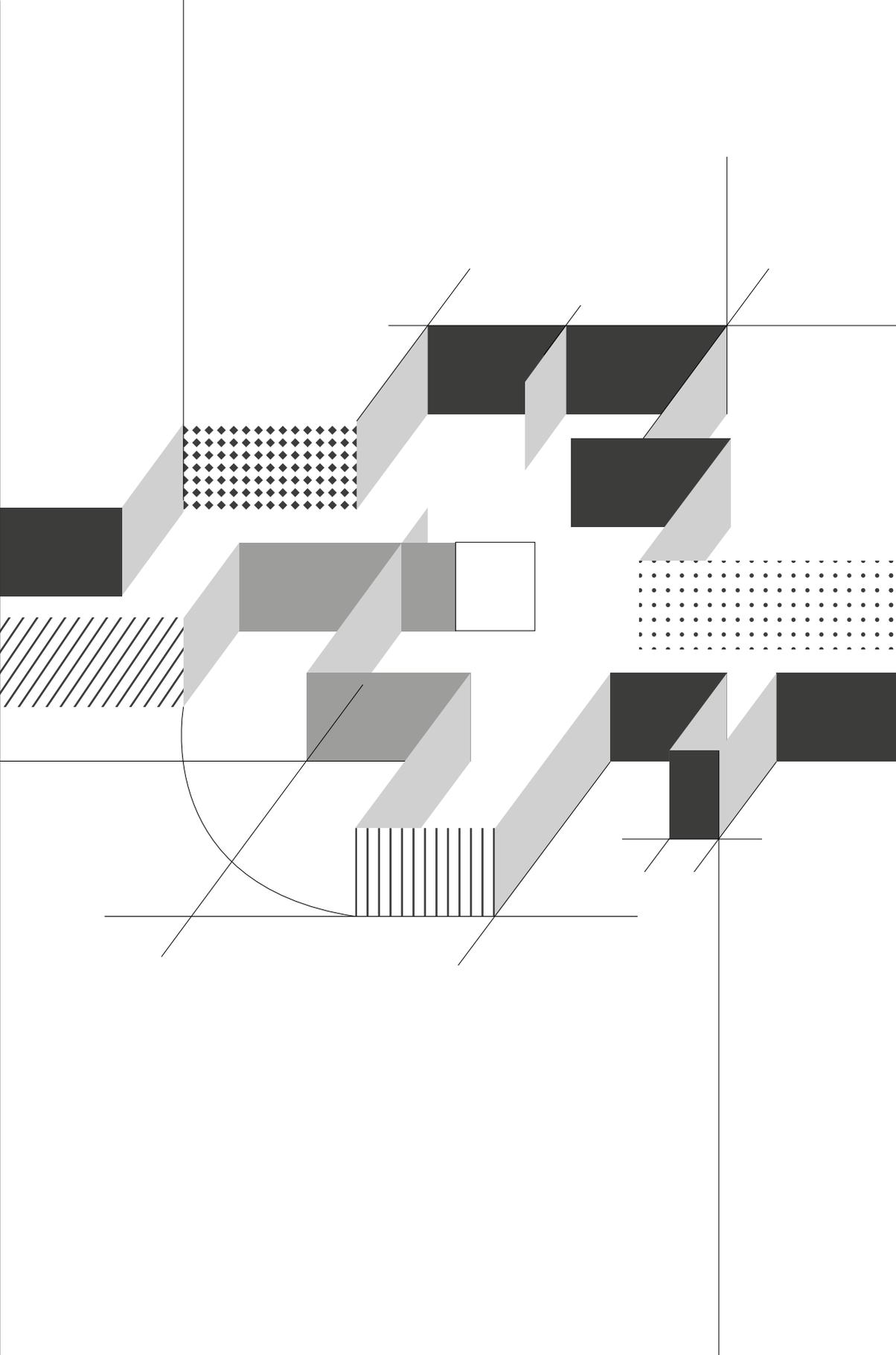
rales. Con variedad de enfoques permite atacar el problema desde varios puntos de vista estudiando un mayor número de comportamientos y reacciones.

Obviamente, al hablar de investigadores en variadas disciplinas, la característica conceptual del estudio aumenta, cosa que a la vez puede ser una desventaja porque es necesario multiplicar los recursos a fin de obtener una solución acorde con la complejidad del pensamiento; el tiempo se extiende por las discusiones, las contradicciones y la ampliación del conocimiento.



### 3. Pensamiento sistémico





*Todo nace cuando se comienza.*

*Autores*

Un sistema es un conjunto de principios o reglas que se mantiene idéntico en relación a su entorno, la complejidad de este es mayor pero ambos existen en el mundo, dentro de otro sistema.

El mundo en sí es una categoría sin límites que resulta de la suma de todas las posibilidades, si algo existe forma parte de ella. Debido a su complejidad toda amenaza de destrucción debe pensarse como una posibilidad dentro de sí misma.

Estas premisas dieron origen a la teoría de sistemas (TS) que desde sus primeros años de aplicación en diferentes áreas se expandió a la par de otras teorías para estructu-

rar una nueva manera de pensar. Esta teoría o teoría general de sistemas (TGS) es especialmente filosófica (Aracil, 1986), fue creada por la necesidad de resolver problemas de organización y entender sistemas donde el sujeto (individuo) es la base.

Sin embargo, el pensamiento sistémico (PS) planteado por Peter Senge en su texto *La quinta disciplina*,<sup>27</sup> se enfoca, a partir de las consideraciones holistas emergentes, en términos de conectividad, relaciones y contexto para elaborar una nueva mirada al mundo y al conocimiento que supere la visión reduccionista. De acuerdo al autor el desafío del líder está en “hallar el punto donde los actos y modificaciones en estructuras pueden conducir a mejoras significativas y duraderas” (2002, p. 115), es decir, encontrar el punto para colocar la palanca donde pueda mover la organización, ese punto no es obvio ni evidente, muchas veces está oculto.

El pensamiento sistémico es un marco conceptual, un cuerpo de conocimientos y de herramientas planteado a finales del siglo xx. Su finalidad es hallar patrones de comportamiento en los sistemas de forma clara, por lo que emplea variedad de métodos, herramientas y principios, todos

---

<sup>27</sup> Peter Senge (2002), economista y miembro del Centro de Aprendizaje Organizativo del MIT (Massachusetts Institute of Technology) aplicando la Teoría de sistemas y Dinámica de sistemas a empresas determina modelos no lineales para realizar simulaciones de su comportamiento. Los modelos “cualitativos”, a partir de conceptos mentales y escritos que las personas utilizan: normas y políticas, la conducta, la estructura organizativa, propósitos, y diferentes datos (personas, procesos, tiempos, sitios,...) con el objeto de encontrar qué relaciones forman esos elementos. Senge cita 5 disciplinas: 3 individuales (Pensamiento sistémico, Dominio personal y Modelos mentales) y 2 colectivas (Visión compartida y Aprendizaje en equipo). Para Senge (2002), la quinta disciplina es el pensamiento sistémico, y resulta de las otras 4 disciplinas que convergen para que las organizaciones sean inteligentes e innoven continuamente.

orientados a determinar las interrelaciones y propiedades emergentes que existen.

El pensamiento sistémico se diferencia del pensamiento lineal-lógico en que no se basa en relaciones de causa/efecto ni en el dualismo centrado en el problema, sin reducirlo a partes para que la solución sea para el todo y quizá en diferentes contextos según las interacciones con el entorno. El ser humano, los grupos sociales (racionales –humanos– e irracionales –animales–) poseen variedad de dinámicas e interacciones que no presentan necesariamente causa-efecto en un tiempo inmediato. Un sistema dinámico complejo tiene variados cambios y evoluciona sus estados en el tiempo. El comportamiento en un estado no determina sus límites, los elementos y sus relaciones; aunque así se elaboran modelos que representan la estructura del sistema (Sterman, 2000).

Después de la Segunda Guerra Mundial la teoría de sistemas surgió como alternativa para mejorar la condición humana ante la complejidad de los problemas de la humanidad pero, al empezar a reconocer ciertas limitaciones para comprender los fenómenos en el mundo con el pensamiento analítico (paradigma reduccionista), se empezó a hablar de la necesidad de estructurar una concepción holista del mundo.<sup>28</sup> Su intención, en principio, era la unificación de las ciencias bajo ese pensamiento holista con el fin de comprender los fenómenos como una totalidad armónica con todos los diferentes comportamientos que podrían observarse.

Una vez establecida y aceptada la concepción holista por la teoría de sistemas, nacen otras teorías. La cibernética en principio, ofreció una idea mecanicista de la concepción holista pero siguió con la idea de que la realidad existe independientemente del observador.

---

<sup>28</sup> Todo en el mundo es un organismo que se constituye por diferentes unidades que cumplen su función en un contexto amplio (Boardman, 2008).

A continuación, algunos conceptos sobre pensamiento sistémico (*system thinking*):

1. Es una disciplina que permite visualizar la integridad, interrelaciones y el aprendizaje de cómo estructurar dichas interrelaciones de forma más efectiva y eficiente (Senge, 2002).
2. Es un camino para estudiar el comportamiento (*behavior*) de los sistemas, busca mostrar cómo las políticas, las decisiones, la estructura y las demoras (tiempo) están interrelacionadas para influenciar sobre el crecimiento y la estabilidad (Forrester, 1961).
3. Es un método para identificar algunas reglas, series de patrones y sucesos cuyo fin es la preparación de cara al futuro e influir en él en alguna medida. Aporta cierto control (O'Connor y McDermott, 2002).

A pesar de que estas concepciones parecen diferentes permiten establecer algunas características del pensamiento sistémico para lo que hay que tener en cuenta aspectos que son interesantes:

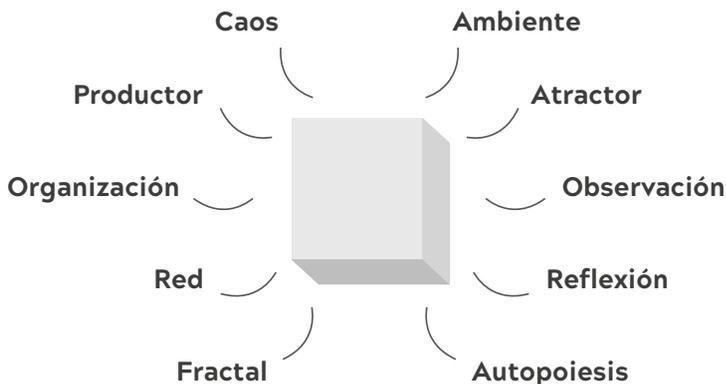
- En las organizaciones surgen acciones estratégicas variadas independientes del entorno.
- La mayoría de las veces es difícil actuar sobre los elementos de un sistema.
- Habitualmente las relaciones consideradas suelen ser confusas y por tanto, difíciles de clarificar y de cuantificar. Esto conduce a la imposibilidad de conseguir los objetivos exigidos.
- Los sistemas son complejos, adaptativos e interconectados, pero el pensamiento suele abordarlos con estrategias simples, estáticas y reduccionistas, lo que genera que surjan frecuentemente grandes dificultades para resolver un problema.

- Las relaciones suelen depender de bucles de retroalimentación. Las estructuras recurrentes, en general, son difíciles de concebir por la dinámica del pensamiento que poseen.
- El comportamiento de los sistemas complejos es dinámico y debe identificarse para determinar qué sucede en otro instante.

Cada día emergen nuevas teorías que buscan comprender los complejos sistemas vivos (fenómenos naturales, situaciones en el mundo interno y externo, etc.), referenciadas con distintos nombres tales como: teoría de los sistemas dinámicos, teoría de la complejidad, dinámica no lineal, dinámica de redes, sistemas complejos, entre otros. Estas incluyen nuevos términos como atractores, fractales, caos, estructuras disipativas, autoorganización, autopoiesis, entre otras, ilustradas en la figura 3.1.<sup>29</sup> Estos términos complementan el conocimiento sobre los sistemas de los cuales se conoce algo pero no todo, por ello no existe una síntesis que integre todo lo que tiene que ver los sistemas en un mismo contexto. La amplitud de características, propiedades, componentes y los comportamientos de los sistemas lleva a que cada individuo comprenda según su percepción.

---

<sup>29</sup> La comprensión de la teoría de sistemas ha ido complementándose con otros aportes que han ayudado a entender problemas termodinámicos de la entropía y negantropía de los sistemas. Autores como Prigogine, Maturana y Foerster y los desarrollos matemáticos de la geometría fractal y la teoría de las catástrofes, se completan con el concepto de autoorganización. Esto lleva a concebir todo sistema con capacidad de responder frente a los cambios que se producen en su ambiente. Incluyéndose nociones de autorreferencia, autoobservación, reflexión y autopoiesis, entre otras (Francia, 1984).



*Figura 3.1. Términos para lo sistémico*

### 3.1. Aportes

La teoría general de sistemas (TGS) y, posteriormente, el pensamiento sistémico (PS) son un complemento al método científico que reconocen que no se puede describir un sistema con absoluta independencia de la perspectiva del observador, es decir, las estructuras mentales desempeñan un papel importante en la construcción de la realidad (el acto de conocer y lo conocido se construyen mutuamente), lo que constituye un sistema autorregulado y estable: objeto/observador.

La TGS tiene como base que las propiedades de un organismo (sistema vivo) pueden ser propiedades de un sistema y que ninguna parte las posee, son propiedades que emergen de las interacciones y relaciones entre las partes. La configuración de relaciones ordenadas caracteriza un sistema y las propiedades emergentes se destruyen cuando el sistema se disecciona en elementos aislados.

Dichas propiedades se pierden cuando el sistema se divide, sus partes se separan, ya sea física o teóricamente, si bien estudiar las partes ayuda en gran medida a conocer el sistema, no se logra del todo pues ellas no están aisladas y la naturaleza del sistema es siempre distinta de la mera suma de sus partes.<sup>30</sup> La visión sistémica de lo complejo (vida, galaxias, conocimiento, etc.) se estructura ampliamente en diferentes escritos.

Un aporte importante de la teoría de sistemas formulada por Bertalanffy (1998) es el remplazo de la concepción todo/partes por la concepción sistema/entorno en el sentido que los sistemas no dependen de una estructura en sí, sino de las interacciones que posee con el entorno. Este es un factor fundamental para estudiar un sistema, aunque existe el problema de establecer los límites entre sistema y entorno, sobre todo porque el entorno es fuente de perturbaciones y desequilibrios como de recursos para que el sistema exista y tenga las dinámicas que lo caracterizan.

El pensamiento sistémico busca cambios en el pensamiento lineal. No hay partes en absoluto y se debe percibir y entender de otra forma a los objetos, con atención a las relaciones. Es decir, intenta cambiar concepciones, especialmente la creencia de que el comportamiento de un sistema puede entenderse completamente desde las propiedades de sus partes (idea básica en el paradigma cartesiano, un plan-

---

<sup>30</sup> Las disciplinas se desarrollan hacia especializaciones concretas, cada vez en temas más puntuales, no es lo mejor pero genera frutos a la ciencia. La exploración del mundo atómico y subatómico genera conocimiento sobre una extraordinaria e inesperada realidad. Para comprenderla, los conceptos, las teorías y modelos de lo micro, lo macro y lo meso resultan inadecuados para describir ciertos fenómenos que allí se perciben. Existen los biólogos moleculares que descubren elementos fundamentales para la construcción de la vida; sin embargo, no se explican aún las acciones integradoras que generan la vida (Manovich, s.f.).

teamiento analítico o reduccionista pero las partes por más pequeñas que sean no pueden entenderse completamente, aun reduciéndose a partes más y más pequeñas), en particular, aplicar a sistemas complejos. No todos los sistemas pueden comprenderse mediante el pensamiento analítico, ya que las propiedades de las partes no son intrínsecas, solo pueden comprenderse en el contexto de un sistema mayor.

El pensamiento sistémico concibe que las propiedades de las partes solo puedan comprenderse desde la organización del mismo sistema, por tanto, este se basa en el principio esencial de organización. Este pensamiento es contextual, en contrapartida al analítico y la metáfora del conocimiento como construcción, se remplaza por la estructuración de relaciones en red, es decir, se percibe la realidad como una red de relaciones, pues muchos de los conceptos de una disciplina están interconectados a otros conceptos y modelos.

Para los científicos es incierto considerar una red sin bases, pero poco a poco la red de relaciones para la percepción de la realidad ha ido aceptándose.<sup>31</sup> Este hecho ha llevado, por ejemplo, a considerar que la matemática (física, química, etc.) no es un nivel fundamental para el desarrollo de la ciencia. Aunque un fenómeno en física, en biología o en sociología se describe de forma diferente, ninguna apreciación puede ser de mayor relevancia que la otra, son complementarias.

Una implicación de la visión de la realidad como una red de relaciones afecta al concepto tradicional de la obje-

---

<sup>31</sup> Debe considerarse que el conocimiento científico como red de conceptos y modelos sin que unas sean bases se aleja de la idea de componentes básicos (axiomas, postulados, leyes, preconceptos, etc.); pero la realidad (naturaleza) no es más que una red dinámica de fenómenos interrelacionados y ninguna propiedad es fundamental, pues son dependientes de las propiedades que poseen las demás partes.

tividad científica.<sup>32</sup> En el paradigma científico cartesiano (positivista), las descripciones se consideran objetivas, es decir, independientes del observador humano y del proceso de gestión del conocimiento. El pensamiento sistémico considera que la comprensión del conocimiento depende por sí mismo de la apreciación de los fenómenos naturales.

Lo que se observa no es la naturaleza en sí misma, sino la naturaleza expuesta a un método de observación (Capra, 1985). Así pues, el pensamiento sistémico permite un cambio de ciencia objetiva a ciencia *epistémica*, en un marco en el que la epistemología —el método de cuestionarse— se convierte en parte integrante de las teorías científicas.

En la figura 3.2 se observa como la naturaleza es una red interconectada de relaciones en la que la identificación de patrones específicos como objetos depende del observador humano y del proceso de gestión del conocimiento. Esta red de relaciones se describe en términos de su correspondiente red de conceptos y modelos, en los que uno no es más fundamental que otro.

---

<sup>32</sup> Al dibujarse un bosque, la mayoría de las personas quizás no considere las raíces, aunque sean más amplias que el mismo bosque que se ve. Sin embargo, en un bosque las raíces están entremezcladas formando una densa red subterránea que no posee fronteras precisas. Es decir, el concepto de bosque depende de la percepción que lo construye.

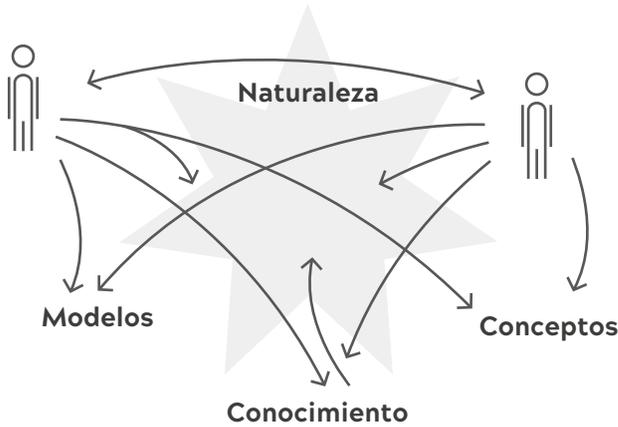


Figura 3.2. Redes que se forman

Esta novedosa aproximación a la ciencia plantea de inmediato una cuestión importante. Si todo está conectado con todo, ¿cómo comprender algo separadamente? Todos los elementos de un fenómeno están interconectados, para explicar cualquiera de ellos se precisa comprender todos los demás, lo que obviamente resulta imposible. Primero, porque el conocimiento adquirido es incompleto y con tendencia a la especialización; segundo, porque varios son los elementos de los cuales se carece de conocimiento. Es necesario ampliarlo y llegar a la transdisciplinariedad.<sup>33</sup>

| 91 |

El pensamiento sistémico es una disciplina (ciencia) para la concepción de los sistemas a partir de un conocimiento aproximado, su base se aparta de la creencia cartesiana de

<sup>33</sup> El fundamento de la teoría de la complejidad como método es ser relacional, sistémico. En otras palabras, el aprendizaje es una actitud hacia el mundo, la naturaleza, la vida, el propio conocimiento y hacia la construcción de relaciones sociales en red. Es la construcción de estructuras dinámicas por continua transformación dirigida por la reflexión y la crítica a todo lo que puede percibir para una mayor comprensión.

la certitud del conocimiento científico, admite que todos los conceptos y teorías científicas son limitados y aproximados; la ciencia nunca puede facilitar una comprensión completa y definitiva, mucho menos al mirarse con la concepción causa/efecto, es decir, de forma lineal.

Esto se puede ilustrar con una simple visión que se efectúa frecuentemente en cursos introductorios de física (Monzo, s.f.): el docente deja caer un objeto desde una determinada altura y le muestra a sus estudiantes que una fórmula de física newtoniana calcula el tiempo que tarda el objeto en llegar al suelo, los cálculos desprecian la resistencia del aire y no serán del todo exactos. Efectivamente, si el objeto fuese una pluma de ave o una hoja de papel, la fórmula simplemente no funcionaría.

Esta primera aproximación da satisfacciones pero el docente introduce más datos en la fórmula para considerar la resistencia del aire. El resultado –la segunda aproximación– será más ajustado que el primero, pero no será aún exacto, ya que la resistencia del aire depende de su temperatura y presión. Si el docente es realmente ambicioso, propondrá una nueva fórmula, mucho más complicada, que tendrá en cuenta estas variables y dará como resultado una nueva aproximación.

La resistencia del aire depende no solo de su temperatura y presión sino también de la convección, es decir, de la circulación de las partículas del aire a gran escala dentro de la habitación. Los estudiantes observan que esta convección puede estar influida por una ventana abierta, por sus patrones de respiración, entre otros factores. En algún punto, el docente detendrá probablemente el proceso de mejora de cálculos.

Este ejemplo muestra cómo la caída de un objeto está conectada de múltiples maneras a su entorno y en última instancia al resto del universo. No importa cuántas conexiones se tomen en consideración para describir un fenómeno

siempre se excluirán algunas. Por tanto, parece que jamás se puede tener la verdad, entendida como una correspondencia precisa entre la descripción y el fenómeno mismo. La ciencia siempre es descripciones aproximadas de la realidad. Esto parece frustrante, pero para los pensadores sistémicos el hecho de obtener un conocimiento aproximado sobre una red infinita de patrones interconectados, es una fuente de confianza y fortaleza (Monzo, s.f.).

### **3.2. Aspectos**

En los seres humanos la capacidad para reflexionar, entender, comprender, actuar y buscar nuevas estrategias para abordar el conocimiento en las diferentes disciplinas, evaluando e interrelacionando los conceptos que van adquiriéndose es grande pero, se aplica deficientemente. El conocimiento es un conjunto de múltiples relaciones que forma un sistema de saberes que, por efecto de visiones simples se volvió disciplinar (Kadane, 2011).

La teoría de sistemas se considera una estructura de carácter holístico. Concibe un sistema a partir del intercambio de energía con el entorno, con dinámicas pero preservando sus estados de equilibrio. Conceptos como sinergia, interrelación, equifinalidad, neguentropía, ayudan en el estudio de la variedad de sistemas. Pero como toda teoría, esta evoluciona y se agregan nuevas consideraciones. Surge la cibernética de Norbert Wiener, la teoría de la comunicación humana de Bateson y Watzlawick, la ecología cultural de Rappaport, la teoría de la información de Shannon y Weaver, la dinámica de sistemas de Jay Forester, la teoría de la organización de Katz y Kahn, la autopoiesis de Humberto Maturana, la cibernética de segundo orden de Heinz von Foerster, el pensamiento sistémico de Peter Senge, la sociología compleja de Niklas Luhmann y el pensamiento complejo de Edgar Morin, entre otras, para complementar

el conocimiento y comprender el comportamiento de los distintos sistemas. Desde luego existen diferencias entre los distintos autores, pero no hay duda de que todas tienden a indicar que el pensamiento científico no es suficiente para comprender todo tipo de sistemas.

Con el fin de contextualizar ciertos elementos, se enuncian algunos conceptos de la teoría de sistemas, en especial los que aplica el ingeniero para comprender el comportamiento de los sistemas complejos. Aunque todas son fundamentales, explicando solo algunas.

| 94 |



Figura 3.3. Teorías complementarias

La teoría de sistemas (TS), tiene conceptos abstractos y generales que reducen toda realidad biológica a formalismos para aplicar en las organizaciones, se comparten en las ciencias realizando isomorfismo de conceptos, de relaciones y estructuras. Esta teoría surge como una estructura conceptual para aplicarse en todas las disciplinas con dos premisas: (a) concebir la realidad como parte de una variedad de sistemas, y (b) entender la correlación del conocimiento científico en la realidad. Es una necesidad para concebir la existencia de sistemas como un conjunto de elementos que interactúan para cumplir un fin en la realidad.

Pensar en la estructura de un sistema supone complejidad debido a que involucra elementos, relaciones, procesos e interacciones. También, la realidad del sistema es compleja, pues es un sistema en sí misma. Es derivación epistemológica que resulta del sustento teórico.<sup>34</sup> La realidad es un producto de relaciones entre variables, una simple visión no es suficiente para entender el todo por quien observa y que forma parte de esa realidad, es decir, está en ella y en interacción con ella misma.<sup>35</sup> Entonces, parece que todo conocimiento es el resultado posible y provisional de

---

<sup>34</sup> El término epistemología empezó a emplearse hacia 1854 por Ferrer y luego fue popularizado por Zeller desde 1862. Sin embargo, el contenido de la disciplina se remonta a la filosofía de Platón: Episteme, nombre griego cuyo significado es conocimiento. Los griegos la distinguían de la doxa, palabra que usaban para referirse a la opinión. El diálogo de Platón titulado Teeteto se dedica a mostrar que la percepción y la opinión no son conocimiento, y el diálogo entre Sócrates, Teodoro y Teeteto termina sin definir el conocimiento (Carnap, 1967).

<sup>35</sup> Es natural aseverar que un sistema posee una parte tangible constituida por su contenido y una parte intangible que se identifica con la forma. Por tanto, se puede afirmar que la parte tangible es dinámica, mientras que la parte intangible es relativamente estática. La contradicción dialéctica que ocurre en su interior por acción de una parte en la otra produce el comportamiento y evolución del sistema.

las interacciones que se hacen en una realidad que es siempre compleja, esto es, la relación existente entre la Ts y la complejidad, entre el caos y el pensamiento, entre orden y el desorden, que son uno mismo (Torres, 2007b).

La teoría de sistemas es un conocimiento que aproxima la visión dada a los sistemas biológicos a todos los demás, a continuación se exponen algunos de ellos.

- **Autopoiesis:** Maturana conceptúa un sistema como una organización cerrada, de no interacción con el entorno; una organización como sistema posee un conjunto de elementos cuyas relaciones especifican una estructura, un orden. La biología muestra que la vida es un proceso que genera más vida aisladamente de un entorno. Es decir, posee un orden autónomo que emerge de la organización de los elementos que participan en el proceso de producción. En otras palabras, existen sistemas biológicos en que no actúa el entorno aunque su estructura traduce la complejidad que le da el mismo (Morin, 1995a).

Este concepto considera los seres vivos como sistemas que se autoproducen de modo indefinido, es decir, un sistema autopoietico es a la vez productor y producto de sí mismo. El concepto fue acuñado por Francisco Varela y Humberto Maturana para explicar la circularidad de la producción de los sistemas vivos, a partir de las investigaciones sobre autoorganización.<sup>36</sup> En un sistema autopoietico, su estructura es susceptible a cambios mientras su organización se mantiene inmodificable. La estructura es el modo como los componentes del sistema se relacionan entre sí. La or-

---

<sup>36</sup> Maturana y Varela acuñan el término autopoiesis para designar a esas estructuras que se autodeterminan y se autoproducen sin intervención externa (Wertheimer, 1991).

ganización es la identidad del sistema, la que lo define como tal. Si un sistema pierde su organización, llega al límite de la tolerancia a cambios estructurales. Esto implica la muerte del sistema. En otros términos, un sistema existe si mantiene su organización.

Puede afirmarse que un sistema no puede existir sin un entorno; existen relaciones pero no pueden establecerse cuáles son ni entre qué componentes ocurren. La teoría de la autopoiesis se aplica a sistemas de las llamadas ciencias cognitivas, particularmente, caracterizando aspectos psicológicos y sociológicos del ser humano.

- **Cibernética de segundo orden:** con esta teoría, Heinz von Foerster busca distinciones para excluir posibilidades en la realidad.<sup>37</sup> Toda operación mental del ser humano es producto de observaciones que destacan más unos elementos que otros en una realidad.<sup>38</sup>

| 97 |

Dicha teoría considera que en los sistemas, en general, sus operaciones tienen procesamiento recursivo de descripciones en que se distingue cada uno de los elementos involucrados en la percepción. La realidad que resulta no es más que una descripción que se asemeja a ella, esto es, una construcción que de alguna forma no entra en contradicción con lo observado, lo que permite la adaptación del observador a una realidad que él construye.

---

<sup>37</sup> La Cibernética es una disciplina que ocupa un lugar intermedio entre las ciencias y la filosofía. Su metodología se dirige hacia los objetos abstractos (objeto de la filosofía), sometidos al estudio de sus propiedades, puesto que en ella se asume que la construcción del conocimiento tiene características de inter-, multi- o transdisciplinaria.

<sup>38</sup> La observación es la visión de una persona que tiene de una realidad para distinguir elementos e indicar posibles relaciones (Quine, 1974).

Al realizar un isomorfismo con el sistema nervioso, la cognición sería un mecanismo para construir realidades en que el ser humano debe adaptarse. Es decir, el conocimiento es producto de las descripciones que se realizan por distintas observaciones a los objetos de la realidad.

La cognición es un sistema constructor de realidades que puede observar la distinción de descripciones. De otro modo, el conocimiento es en sí mismo un proceso recursivo que reintroduce distinciones y observaciones que se realizan, es decir, todo sistema se alimenta de aquello que forma parte de su propio entorno.

Puede afirmarse que un sistema observa su entorno y entiende las distinciones entre las observaciones, por tanto, el sistema genera su propio conocimiento construyendo realidades.<sup>39</sup>

| 98 |

- **Sociología compleja:** esta podría considerarse convergencia de varias teorías, puesto que posee concepciones a desarrollar paralelamente: una reconstrucción general y rigurosa de la teoría de sistemas y un esfuerzo por darle a la sociología una nueva base para la descripción de lo que se ha adjudicado como objeto de estudio, lo social.<sup>40</sup>

Al plantearla, la pretensión de Luhmann es reconstituir la teoría de sistemas como eje conceptual

---

<sup>39</sup> El conocimiento es una construcción de distinciones que realizan los observadores, donde cada una debe asumirse limitada por un horizonte de posibilidades y donde la realidad, cualquiera que sea su estatuto ontológico, lleva la función negativa de discriminar aquellas construcciones que se ajustan a ella (Maturana, 1990).

<sup>40</sup> Desde sus orígenes, la sociología trata de explicar cómo es posible el orden social, al tomar al individuo o a la materialidad de sus

capaz de generar descripciones suficientemente complejas para aspirar a comprender la complejidad de la sociedad, del individuo y de la realidad; sin embargo, se encuentra subordinada a su verdadero y legítimo objetivo: brindar a la sociología nuevas herramientas de observación con un grado mayor de complejidad y abstracción que le permita redefinir su objeto de estudio.

El individuo participa de la sociedad, la construye y en ciertos aspectos determina su comportamiento, a la vez es y no es eje de ella. Pero lo social no puede reducirse a lo orgánico ni a lo psíquico aunque se necesite la existencia de organismos y conciencias para existir. Es un problema de interpretación, pues no toda acción parece ser social y esta puede hacer surgir acciones, motivaciones, sensaciones, reflexiones, como otros elementos no específicos. La explicación de lo social aísla elementos que no se consideran de carácter social, puede ser un error o simplemente se debe a esa reducción del conocimiento al analizar los elementos simples sin considerar las interacciones que podrían existir.

- **Teoría de la comunicación:** la comunicación presupone al menos dos conciencias dispuestas a comunicarse y a participar de un orden que no puede reducirse a un proceso psíquico, orgánico o social (Barratt, 1971). Es una emergencia a partir de estados (naturaleza, organismo, conciencias) dispuestos a establecer relación con suficiente certidumbre sobre sí misma para constituirse en generadora de conocimiento.

---

acciones como punto de estudio, considera que todas sus observaciones generan nuevo conocimiento (Luhmann, 1997). Lo social es complejo, es un sistema, las relaciones en lo social son de variada fortaleza, además, se construyen y se destruyen a la vez.

Los individuos no ofrecen garantía de estabilidad por las contingencias que presentan sus decisiones y sus acciones. Difícilmente, las conciencias coinciden, si sucediera se requeriría elementos que indicaran u orientaran a fin de reducir los riesgos por las decisiones individuales a un nivel en que toda interpretación forma un tejido que fortalece el conocimiento.

La comunicación la adquirió el ser humano a través de la evolución y es necesaria para su participación en la sociedad,<sup>41</sup> es un sistema en que elementos externos e internos la determinan, solo ella misma puede determinarse, delinear su operación, pues todo cuanto observa en su entorno como sistema, es comunicación. Es producida en el sistema social, es actual pero, al mismo tiempo supone potencialidad pues podría desencadenar otra comunicación para interrelacionar y fortalecer el conocimiento. La autorreferencia es evidente por ser la actualización de expectativas. La comunicación se referencia a sí misma, participa en red de su propia producción, es decir, es un sistema autoproducido, lo que es autopoietico.<sup>42</sup>

La complejidad que existe en la sociedad y su entorno es por el sistema de comunicación. Todo puede hacer parte de este sistema, incluso ella misma. Esta genera redundancias y autorreferencia y logra con ello procesos de reproducción dinámica hacia otros sistemas.

---

<sup>41</sup> La comunicación es un sistema con dinámicas diferentes. Tiene posibilidad de enlazar de manera selectiva a personas y comunicaciones que le son congruentes dentro del contexto en referencia.

<sup>42</sup> Luhmann define al sentido como un medio para enlazar la comunicación, esto es, a través del sentido los elementos se acoplan de manera amplia (expectativas de comunicación) logrando condensarse en formas de comunicación (Maturana, 1996).

La comunicación es un proceso que genera diferencias en cualquier caso, distinción entre el mensaje y la intención de comunicarlo. Se actualiza cuando se entiende la diferencia de la información producida y las razones de esa información.

Es un evento omniabarcante, irreductible a estados de conciencia particular o a limitaciones lingüísticas o geográficas, es un sistema abierto cuyos elementos no son físicos sino funcionales que comparten propiedades del sistema mayor y cuyo referente semántico produce decisiones políticas, transacciones económicas, obras de arte, teorías científicas, relaciones amorosas, controversias jurídicas y todo cuanto involucra y comprende un fenómeno social. La complejidad de la comunicación debe abordarse desde un contexto amplio para comprender sus características abstractas. Ningún modelo existente permite analizar la complejidad de lo social, del individuo, del conocimiento, de las organizaciones y de la comunicación.

Entender la complejidad de una organización (empresa, clase, comunidad, comunicación, etc.) requiere medios que permitan la comprensión y la incomprensión de las interacciones (comunicación), además de aclarar las dudas sobre las incertidumbres del conocimiento.

El propósito de las diferentes teorías, producto de la comunicación entre individuos, que a la vez surge por las observaciones y distinciones que realiza, busca reducir la complejidad de su entorno, de la realidad y de la concepción de los sistemas que podría estudiar. Como todo sistema, la ciencia al observar su entorno construye una realidad cuyo fin último de posibilidad es la complementación de ella. Lo social es una realidad producto de distinciones en la ciencia.

- **Dinámica de sistemas:** disciplina que combina la teoría, los métodos y filosofía, necesarios para analizar el comportamiento de los sistemas complejos, aparece en un momento histórico en que se desarrollan movimientos científicos y tecnológicos. Resulta influida, y hasta cierto punto condicionada, por inconvenientes dentro de estos desarrollos.

Su origen se liga a los avances de una aplicación para la compañía Sprague Electric, empresa dedicada a la fabricación de componentes electrónicos de alta precisión. Normalmente sus clientes son productores de material electrónico destinado a usuarios altamente especializados en este mercado, constituido por pocos clientes fuertes donde el flujo de pedidos no se mantiene constante; lo que produce desconcertantes oscilaciones en los flujos de pedidos y, en consecuencia, oscilaciones en los inventarios de materias primas y productos terminados.

Se encargó del estudio de este problema a un equipo del Instituto Tecnológico de Massachusetts, dirigido por Jay W. Forrester. Luego de intentos infructuosos con diversas técnicas de investigación de operaciones se creó un modelo complejo. Forrester observó cómo desempeñaban un papel muy importante en el problema las estructuras de realimentación de la información y cómo la combinación de retrasos en la transmisión de la misma producía las oscilaciones. A partir de ello, nace la dinámica de sistemas que proveería la base para comprender los cambios que se producen con la variación del tiempo en una secuencia de procesos.

La dinámica de sistemas se sustenta en:

- *La cibernética* (del griego *kybernos*: timón, gobierno, control) que estudia la comunicación y el control tanto en el animal como en la máquina. Ahora bien, los mecanismos de control constan de cuatro elementos: (a) un objetivo deseado, (b) un mecanismo de medición del desempeño, (c) un mecanismo de comparación y, (d) la toma de decisiones para emprender acciones que afectarán al desempeño del sistema (objeto), lo cual conduce a la realimentación.
- *La informática* (del francés *information automatique*) que nace de la aparición y popularización del computador, pretende facilitar su uso para el tratamiento de la información, del significado que se le da a un conjunto de datos.
- *La teoría general de sistemas* derriba las barreras tradicionales de diferentes disciplinas y propone un nuevo orden para la observación y la comprensión de la realidad, el modelado y la transdisciplinariedad para la transferencia de resultados entre campos de la ciencia.

| 103 |

La dinámica de sistemas exige una nueva forma de ver las cosas, para ella la causalidad no siempre es la relación directa entre la causa a y el efecto b. Los primeros modelos que Forrester planteó carecían de esta perspectiva y, por tanto, los resultados que obtuvo no mantenían relación con la realidad.

El proceso de toma de decisión tradicional se basa en la intuición, la experiencia y la información, es decir, la experiencia del decisor es fundamental para construir pautas (modelos mentales) que se modifican o perfeccionan mediante un proceso de aprendizaje.

La dinámica de sistemas toma esos modelos y los convierte en procesos que infieran consecuencias de la interacción entre las distintas partes del sistema que escapan

a la capacidad de comprensión del ser humano. Muestra de qué modo la realimentación en una organización hace parte del proceso de la toma de decisión. La estructura realimentada se define, en otras palabras, como aquellos procesos circulares en que las decisiones conllevan cambios que influyen en decisiones ulteriores (Aracil, 1986).

La realimentación y su uso siguen una metodología de desarrollo, la cual Forrester considera un proyecto en tanto dinámica de sistemas que comienza con un problema (comportamiento indeseado). Se sondea la riqueza de información que las personas poseen (los modelos mentales son una fecunda fuente de información acerca de un sistema), pues reflejan la estructura del sistema y las normas que dirigen las decisiones. Se determinan los ciclos y los elementos que influyen.

Los sistemas físicos y sociales son complejos cuyo estudio requiere de técnicas más avanzadas que estudios deterministas y lineales. Un enfoque aplicado a un entorno empresarial obtiene una visión global, completa los flujos de trabajo, la relación entre el hombre y la máquina; asimismo es posible visualizar y ver el efecto de la modificación del entorno (sitio de trabajo) para tomar una decisión acertada.

| 104 |

### **3.3. Varios**

Conocer es subjetivo y objetivo, se proyecta a la comunidad científica por difusión, aunque con frecuencia se cede ante el conocer subjetivo en situaciones particulares.

El conocer es subjetivo y ocurre por procesos mentales involuntarios que buscan comprobar alguna hipótesis, bien sea a partir de sensaciones o estímulos externos. Es valedero que la acción de conocer produce conocimiento, a pesar de que no sea validado para una comunidad, constituye una forma básica de aportar. Se es consciente tanto

del mundo que rodea como de las sensaciones e imágenes del comportamiento para autodescribirnos.<sup>43</sup> Conocer es querer de forma objetiva probar una hipótesis recurriendo al entorno. Estas son marco de referencia y se comprueban mediante operaciones externamente observables y por medio de inferencias empáticas con relación a las reacciones de un grupo de referencia que merece confianza, habitualmente de otros profesionales.

Toda práctica científica es un tejido de observaciones que la sociedad transmite sobre la realidad. Las distinciones que se logran constituyen la estructura del sistema ciencia, esto es, el conocimiento científico.

Dichas observaciones, que bajo la forma de descripción se generen, son el resultado de querer actualizar el conocimiento para comprender la realidad, de hallar aplicación e interrelaciones, de buscar elementos comunicativos en la sociedad para gestionar conocimiento.<sup>44</sup>

La teoría de sistemas indica al profesional reconocer la limitación cuando observa una realidad que posee distinciones, desviaciones e incertidumbres, entonces, asume valores, interrelaciones y componentes que coinciden en parte con el objeto de estudio. Esta teoría permite acceder a lo social desde una distinción base, sistema y entorno. La sociedad se determina por los límites de la selección, distinción y frontera.

El problema central del conocimiento es cómo se conoce el mundo privado, y de manera particular, cómo se

---

<sup>43</sup> Se adquieren ciertas conductas al observar objetos, pero también sucede en ausencia de ellos, la autodescripción adecuada depende de la comprensión de las conductas.

<sup>44</sup> No debe sorprender el cambio de conceptos, pues existen diferencias y condiciones por las creencias y, por tanto, el ser humano debe buscar la verdad.

conoce el contenido de la experiencia consciente.<sup>45</sup> El conocimiento explícito, el de los documentos, se transmite conscientemente de diferentes maneras; pero el conocimiento tácito, el que está en la consciencia por experiencias, intuición, imaginación, su difusión es casi nula. La ciencia se nutre de conocimiento explícito debidamente validado.

Se aprende a conocer por situaciones de reforzamiento, de práctica, de reflexión, según las creencias de esa realidad que se ha construido (Morin, 1997), luego, si no se “conoce” en buena parte la realidad parece imposible llegar a determinar qué práctica o reflexión se debe realizar.

El acto de soñar es una experiencia, una situación, un comportamiento de la mente durante el descanso, al describirlo se deben entender aspectos esenciales presentes. El hombre tarda tiempo en comprender qué significa y aún más en comprender que soñar podría ser conocimiento.

Existen apreciaciones diferentes pero, en general, no se expresan las derivaciones epistemológicas, un aspecto en la complejidad del conocimiento.

| 106 |

### **3.4. Pensar sistémicamente**

Siempre se busca una respuesta fácil, directa, sin ambigüedad ni contradicción alguna, lo que no es siempre posible. Muchas veces en lugar de hallar una respuesta dentro del ámbito que se requiere, se desvía a preguntas, el problema radica en la falta de capacidad para formular las adecuadas.

---

<sup>45</sup> Existe un mundo público conocido por casi todos, mientras que el mundo privado poco se conoce. ¿Es adecuado describir el mundo privado? ¿Qué ocurre con un mundo público?

Algunas veces se centran en un sistema de referencia,<sup>46</sup> en analogías, pero muchos elementos faltan en la observación de la situación, sin centrar la atención en la estructura, el comportamiento, las dinámicas, algunas funcionalidades y propiedades que aparecen y se van; se descuidan o no se perciben algunas, que de seguro son fundamentales.

Siempre se observa un sistema desde afuera, aunque existe la posibilidad de hacerlo desde adentro para encontrar de manera más efectiva una solución, para comprender la totalidad (sistémica) examinando cada una y todas las causas-efectos, alteraciones, ciclos, entradas y salidas. Puede llevar a no considerar algo, en especial, la misma alteración al conocimiento que posee el ser humano. La forma como se piensa es parte del problema y de la solución. El objeto y el sujeto están totalmente relacionados por el pensamiento (observación), en otras palabras, el objeto y el sujeto son uno solo.

Como se ha enunciado, solo con la aparición de la teoría general de sistemas (TGS) se vislumbró la necesidad de estudiar el sistema como un todo, sin dividirlo, pues en algunas situaciones, al estudiarse las partes por separado no se obtiene la información completa de las interacciones entre estas, por ejemplo, estudiar el comportamiento de una

---

<sup>46</sup> Un sistema es un todo cuyas propiedades esenciales son el resultado de la interacción dinámica entre las partes, no de acciones tomadas independientemente por cada una, salvo que a la vez la parte sea un sistema, por ejemplo un equipo de fútbol. Podría contratarse a Messi, Cristiano Ronaldo o Falcao, el mejor entrenador (italiano, brasileño o francés), pero con ello no se facilita una nueva dinámica de interacción para el juego, aunque el jugador se esfuerce por suplir el déficit sistémico, el resultado será el reflejo del esfuerzo global, que aun metiendo varios goles es posible que el equipo no tenga capacidad para responder a los cambios que el otro le imponga; por tanto, si el equipo pierde no se dirá que es por una persona; la ganancia también depende de que todos hagan un buen trabajo, cada uno debe colaborar para el éxito del conjunto.

empresa no es solo observar qué sucede en ella, debe tenerse en cuenta su interacción con otras (proveedores, clientes, control, regulación, etc.) y con el entorno, de lo contrario el estudio está incompleto.

La visión mecanicista-reduccionista de la empresa, considerada como un conjunto de divisiones (departamentos o secciones) y de procesos separados, debe dejarse a un lado, puesto que se observa cada parte sin relación con el todo al buscar solo el comportamiento y función local. Sin embargo existen fluctuaciones, constreñimientos y propiedades que no son visibles en las partes, solo en el todo.

El pensamiento sistémico implica observar las interacciones entre las partes sin aislarlas del todo y del entorno, percibir la retroalimentación, las propiedades emergentes y ver cómo influye en el sistema para la eficiencia global. Es decir, una empresa debe ser repensada en términos dinámicos en vez de estáticos, con las dinámicas estructurales y funcionales.<sup>47</sup> Sobre todo porque lo único estable en ellas es el cambio, procesos para adaptarse a entornos cada vez más caóticos y competitivos donde la continua mejora de productos, servicios y procesos es la clave para la supervivencia (innovación).

Tómese el caso de la laguna de Fúquene, como ingeniero catastral o ambiental diría que es un área de abundantes recursos naturales; como historiador la entendería como la base para una población indígena donde existió un gran desarrollo agrícola a su alrededor; el teólogo afirmarí que allí se transformó el monoteísmo con fuerza en dos o tres tendencias para una región cundiboyacense; los poetas elaboran poemas, cuentos o novelas sobre ella; un economista hablaría de las transformaciones que existieron

---

<sup>47</sup> Aunque en todo sistema sus partes se pueden estudiar separadamente, el comportamiento y naturaleza del todo son muy diferentes y mayor a la simple suma de lo que hacen las partes.

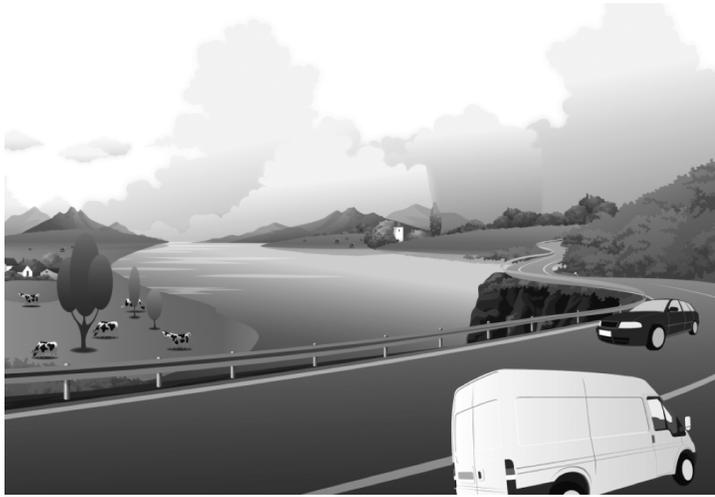
entre las diferentes tribus o grupos, así como de las situaciones de mercado. Sin embargo, los ecologistas dan la alarma ante el posible secado, pues poco a poco va muriéndose a consecuencia de los drenajes y vertimientos que la laguna no puede “metabolizar”, por lo que el político, dependiendo del partido al que haga parte, plantea soluciones a distintos problemas sin perder de vista los beneficios para la región.

Al aplicar el enfoque sistémico se debe ver la laguna de Fúquene como un sistema: las interacciones que existen con el entorno (ríos, pobladores, pescadores, industrias, etc.), encontrar el fin común y considerar todos los elementos internos (auto) y externos (eco). Pensar en la laguna como una totalidad, es un ejemplo de palanca cognitiva para expresar que son varios los canales, flujos de comunicación, factores físicos, ambientales o hidrográficos que le dan una dinámica muy especial, donde existen componentes que podrían ser subsistemas, llegándose a inferir que la laguna desempeña un papel de servomecanismo, es decir, de equilibrio entre sistemas, esto por ser abierto y si se desea que lo sea, lo anterior se ilustra en la figura 3.4.

| 109 |

Cuando se estudia un sistema debe distinguirse de forma adecuada lo que hay dentro y las observaciones desde afuera. No debe considerarse solo lo externo, aunque mentalmente es casi imposible separar las acciones y las observaciones es decir, lo que se observa y lo que existe. Una ayuda es formular ideas simples y encadenarlas para tener ideas complejas.

Las máquinas no son flexibles ni dinámicas. Una vez puestas en funcionamiento, no harán más que aquello para lo que fueron diseñadas, aun con su mantenimiento (engrase, limpieza, ajuste, etc.). En cambio, las personas comparadas con las máquinas, son muy flexibles y potencialmente son dinámicas para hacer tareas muy distintas a aquellas para las cuales recibieron instrucción dentro de ciertos límites.



*Figura 3.4.* Bosquejo de un sistema ambiental

El ser humano no solo puede determinar qué, sino cómo articula recursos de manera eficaz y eficiente. Es decir, piensa sistémicamente como palanca para la productividad de la empresa donde labora. Pensar de esta forma implica: a) pensar de forma multidimensional: circular, horizontal, vertical y lateral; b) focalizar el todo, las partes y las interacciones entre las partes de un sistema; c) ser consciente de que el todo nunca puede concebirse con conocer sus partes; d) se debe multiplicar el número de opciones y, por tanto, crear habilidades para dirigir los sentidos hacia la realidad en un todo.

Por ejemplo en cualquier empresa se incrementan los recursos (máquinas, personas, tiempo, productos, etc.) o las funciones (flexibilidad). Lo primero ayuda a la eficacia, lo segundo a la eficiencia, lo que implica mayor productividad. No obstante, para que se den deben estar totalmente relacionadas. Sin llegar a creer que la deficiencia de cualquiera de ellas podría ser compensada con el incremento de la otra,

por tanto, siempre debe pensarse en relaciones, no locales, siempre globales.

El cerebro es una magnífica máquina que ayuda a tomar decisiones. Tiene muchas capacidades y habilidades, especialmente para generar ideas que sean alternativas para la solución de un problema, aunque pocas veces piensa en anticiparse a las consecuencias. Tiene capacidad de imaginar, de razonar, de reflexionar. Aunque la primera sea cohibida por la segunda, la razón, en algunos casos, es lineal, de carácter cartesiano, que no acepta opciones válidas por considerarse fuera de su lógica. Para potenciar la creatividad existen variadas técnicas o métodos: lluvia de ideas, análisis morfológico, reversión al problema, sinéctica, pensamiento lateral, analogías, etcétera lo que no resultaría si no se piensa sistémicamente.

En la temporada invernal del 2011 se reportaron varias tragedias: deslizamientos de tierra sobre varias casas, avalancha provocada por represamiento en ríos o por las lluvias torrenciales, inundación de barrios, entre otras. Estas llevan a recordar acciones y actitudes o políticas del ser humano hacia la naturaleza y la vida en todas sus manifestaciones: tala indiscriminada de árboles, falta de planificación urbana, proyectos no bien estructurados, junto con las lluvias continuas las cuales no pueden ser controladas. Resultado: varios muertos, personas desamparadas, pérdida de cosechas y de animales, tierras improductivas por el tiempo. En relación a esto podría hacerse un estudio que permitiera inferir: faltó considerar el elemento Q.

En febrero de 2018, las noticias prospectaron lluvias torrenciales en todo el territorio colombiano, recomendaron tomar precaución por las erosiones, avalanchas y el posible desbordamiento de ríos. Las lluvias no permiten la siembra ni recoger cosechas, embarran las fuentes de agua de los acueductos, entonces, la población se ve perjudicada

por falta de agua y de alimentos. Al estar en campaña política, cada uno de los candidatos ofrece diferentes incentivos, plantean alternativas de solución, pero en sí solo es para atraer votos, pues ante las lluvias poco se puede hacer.

Evitables o no las tragedias, suceden. Aunque no sea posible señalar responsables con nombre propio, el ser humano es quien detona estos cambios. Las tragedias se evitan al considerar los elementos que las generan situándolos en diferentes contextos: ambiental, social, político, de desarrollo, entre otros, pero lo fundamental, es considerarlos como un todo pues contiene más de lo que se ve.

Las leyes castigan el robo, el homicidio, el abuso, entre otros crímenes, pero no la agresión a la naturaleza, es decir, el delito ecológico, hasta el punto que quien puede pagar, tala, contamina y destruye.

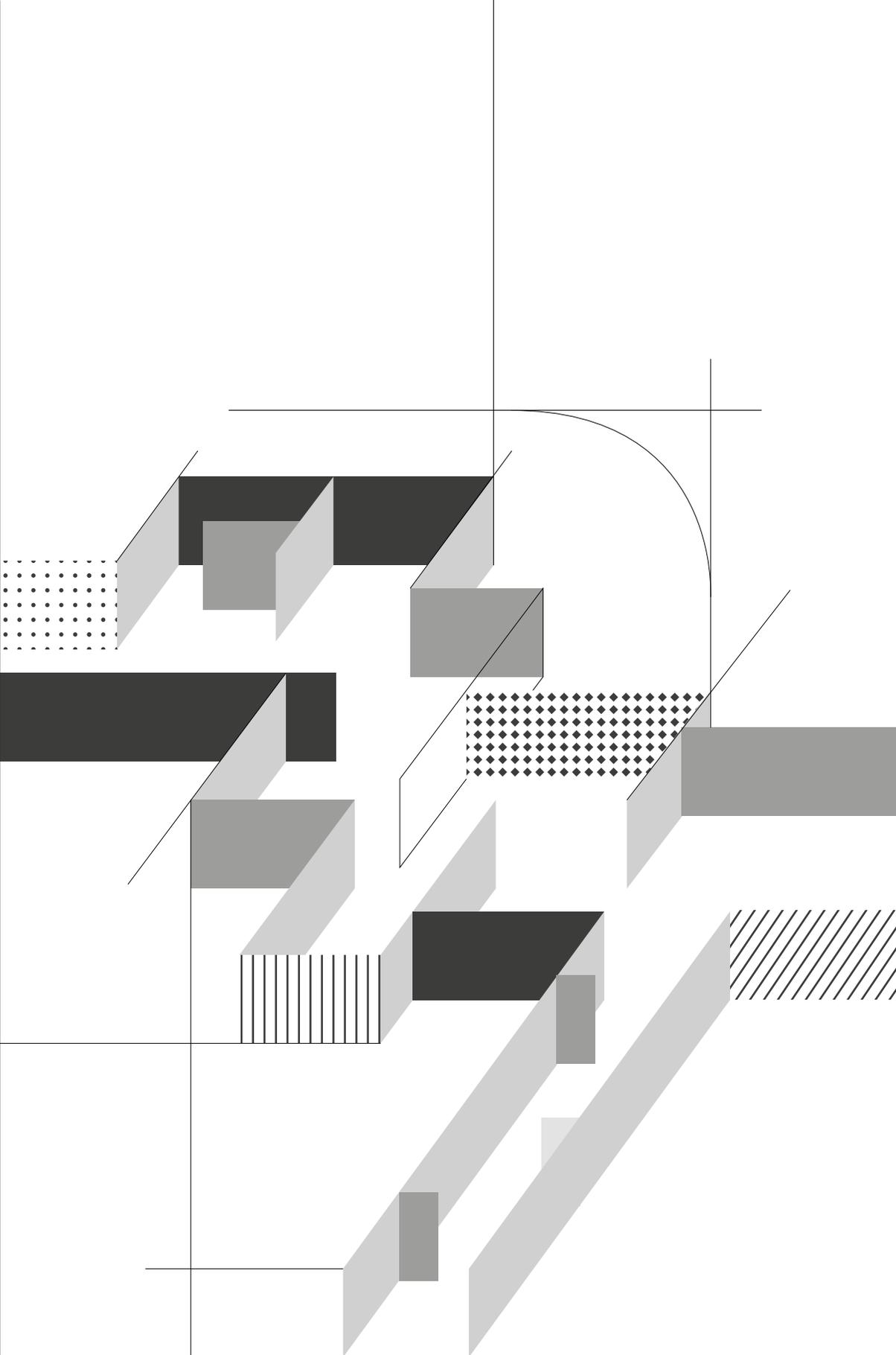
Pensar sistémicamente es la capacidad para focalizar distintos niveles de un sistema, El cual está dentro de otros sistemas, por lo que existen distintos niveles. En cada uno de ellos, los fenómenos que suceden poseen sus propias propiedades. Lo que se denomina parte, es solo un elemento general dentro de una inseparable red de relaciones.

Para el pensador sistémico, las relaciones entre elementos deben ser prioritarias. Las fronteras entre elementos (objetos) no necesariamente deben existir. Este tipo de pensamiento es un pensamiento en red que influye la visión de la naturaleza, además del mismo conocimiento científico, pues se ha edificado sobre diferentes metáforas una dependiente de otra.



## 4. Sistemas complejos





*Nadie enseña a nadie,  
todos aprenden de todos.  
Paulo Freire*

La noción de sistema planteada por Bertalanffi ha evolucionado de los sistemas simples, cerrados y estáticos a la de los sistemas complejos que son dinámicos, abiertos, autopoieticos y autorreferentes, compuestos de elementos heterogéneos que conforman y mantienen una unidad sistémica, en la que el todo es mayor que la suma de sus partes. Pero, describir fenómenos requiere entender que todo sistema, específicamente los sistemas vivos y sociales, son unidad de lo diverso, una emergencia organizativa y funcional compuesta de elementos heterogéneos, que a la vez son sistemas.

Se percibe que un sistema es algo más que la simple yuxtaposición de sus partes,<sup>48</sup> su organización se manifiesta en cualidades y propiedades que no se hallan en las unidades aisladas, son propiedades emergentes. Se llama emergencias a las cualidades o propiedades de un sistema que presentan un carácter de novedad con relación a las cualidades o propiedades de los componentes considerados aisladamente o dispuestos en otro tipo de sistema en forma diferente (Morin, 1999; Reynoso, s.f.).

Como afirma Prigogine (1993) un sistema complejo es algo altamente inestable que posee variedad de dinámicas, su comportamiento no es predecible, pero se mantiene a sí mismo.<sup>49</sup> Ejemplos de sistemas complejos son un remolino

---

<sup>48</sup> Un sistema es una composición de elementos heterogéneos con estructuras y funciones diversificadas que se comportan como una unidad. Los elementos que componen la realidad tienen identidad, estructura y función propias, subordinan sus especificidades y características al funcionamiento del sistema como totalidad. Un sistema es una unidad de lo diverso. Un sistema es un conjunto de elementos o partes que interactúan entre sí a fin de alcanzar un fin concreto (Aracil, 1988).

<sup>49</sup> Cada sistema se puede considerar complejo, por su naturaleza, por su organización, por sus comportamientos. Un sistema, por ejemplo, una molécula de agua (dos moléculas de hidrógeno y una de oxígeno), es un compuesto de elementos, la organización de la molécula trae algunas propiedades; el agua no existe con solo hidrógeno o solo oxígeno. El hidrógeno tiene las suyas al igual que el oxígeno. Quizá pierde algunas, pero el agua es un sistema que produce vida. Se sabe que los elementos de la organización de la vida se hallan totalmente en la naturaleza fisicoquímica, y que no hay una sustancia vital. Es más compleja que la organización fisicoquímica, porque tiene no únicamente una agregación y una diversidad de macromoléculas como entes, sino que, además, la organización crea nuevas cualidades y propiedades. Esas son las emergencias, las nuevas cualidades de reproducción, de reparación, de conocimiento; cualidades que se dicen autooorganización de la vida. Entonces, si la complejidad se encuentra en la organización de los sistemas, ésta no se puede limitar a unos pocos; los más complicados.

de agua, una bolsa de valores, una colonia de hormigas o de abejas, un cardumen de peces, el clima, el ecosistema, un ser vivo, la conciencia del ser humano, un sistema social (clase, comunidad, población,...), etcétera. Quizá por ello, un sistema complejo se considere una estructura disipativa que fluctúa en atractores extraños de manera fractal.

Son inestables, porque las dinámicas que existen entre él, su entorno y sus componentes, le llevan a estar en continua reorganización; aparecen propiedades emergentes las cuales no están en los componentes ni del sistema, son efecto de la interrelación dinámica.

Los sistemas complejos tienen un altísimo grado de susceptibilidad a las condiciones iniciales porque una pequeña variación en estas puede producir grandes cambios en los sistemas y en el contexto donde ellos se desarrollan.

Un sistema, representado en la figura 4.1, es complejo e inestable, posee incertidumbres y dinámicas, estados atractores, variadas retroacciones, constreñimientos, no linealidad en sus comportamientos y una convivencia amplia entre el orden y el desorden. Se consideran complejos por presentar las siguientes características:

1. No tienen límites.
2. Se estructuran en escalas recursivas de organización.
3. Tienden a organizarse solos (autoorganización) en virtud de estados atractores.
4. Son dinámicos en tendencias, en fluctuación, en comportamiento.
5. Son parte de otro sistema mayor.

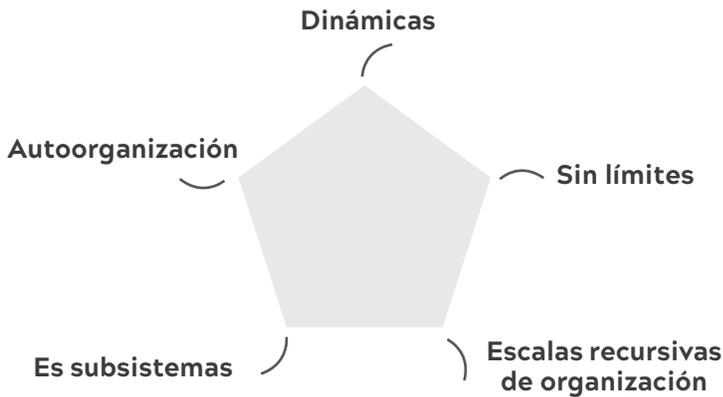


Figura 4.1. Algunas características de los sistemas complejos

De otra forma, un sistema es complejo porque existen tendencias (fenómenos en fluctuación) en relación dinámica con:

- a. El entorno.
- b. Sus partes.
- c. Los sistemas con los que interactúa o donde se halla incluido.

| 119 |

Una consecuencia epistemológica de comprender un sistema complejo<sup>50</sup> es su carácter borroso, indefinible, difuso. Desde el pensamiento complejo, la estructura lógica de

<sup>50</sup> El término epistemología se relaciona con la ciencia de la teoría del conocimiento. Para Piaget, la epistemología “es el estudio del pasaje de los estados de menor conocimiento a los estados de un conocimiento más avanzado”. Pero la adquisición de conocimiento se fundamenta en experiencias, en la adecuación y relación sujeto/objeto/sujeto, en la comprensión de la realidad. Esta disciplina tiene como objeto la construcción del conocimiento científico (Jaramillo, s.f.). Es la disciplina que estudia la génesis y la estructura de las ciencias; que escudriña cómo el ser humano transforma o comprende la realidad, la que no impone dogmas a los científicos. Reflexiona sobre el conocimiento, halla su validez.

un sistema complejo se concibe como un patrón recursivo/dialógico/hologramático de organización, en el que la precisión se hace relativa, al igual que conviven allí el orden/desorden. Según este pensamiento, es una unidad múltiple.

Se entiende por constreñimiento el fenómeno contrario al de emergencia, pues en otro sentido se debe aceptar que el todo es menor que la suma de las partes. Algunas cualidades que son propias de las partes, desaparecen cuando se miran como parte de un todo. Los constreñimientos, restricciones, incertidumbres les hacen perder o les inhiben cualidades o propiedades a los sistemas (Bateson, 1979).

En el ser humano, este tipo de fenómeno sucede por capacidades de la conciencia, por ser obediente a seguir normas sin reflexión alguna; este es el mayor logro de los sistemas de control disciplinario de la sociedad funcionalista. Por tanto, es necesario reflexionar sobre los comportamientos: desoír las tradiciones, romper moldes, desafiar rutinas y poner a prueba la legitimidad real de la autoridad que se ha constituido como un modelo en la vida, pactando qué contenido beneficia lo social y cómo se determina la convivencia con la sociedad de manera que se reduzcan las tensiones.

También existen elementos que caracterizan de forma contundente un sistema complejo, y se presenta con la transformación del todo en las partes dentro del todo. Emerge así el principio sistémico en el pensamiento complejo y que relaciona la formación y la transformación. “Todo lo que forma transforma” (Morin, 2001a).

En el estudio de los sistemas complejos, los profesionales involucrados deben ser conscientes que trabajarían de una forma y en una situación diferente, con unas metodologías que se construyen para el caso; con diferencias que se enmarcan interdisciplinariamente, a partir de considerar que el problema es multidimensional, y los actores son diversos.

La *complejidad* de un sistema no está solamente determinada por la heterogeneidad de los elementos (o subsistemas) que lo componen y cuya naturaleza los sitúa normalmente dentro del dominio de diversas ramas de la ciencia y la tecnología. Además de la heterogeneidad, la característica determinante de un sistema complejo es la interdefinibilidad y mutua dependencia de las funciones que cumplen esos elementos dentro del sistema total (Rozo, 1994, p. 27).

Por tanto, para el estudio de sistemas complejos se requiere multidisciplinariedad, puesto que no siempre es posible definir a qué disciplina pertenece el fenómeno o cuál es la especificidad del conocimiento que debe ocuparse de él.<sup>51</sup> Para comprender el por qué, se deben emplear métodos de diferentes disciplinas, no solo un conocimiento; además, en lo posible, deben aplicarse diferentes técnicas, pues algunos componentes e interacciones no es posible detectarlos con una sola visión. Esto conduce al estudio con transdisciplinariedad.

| 121 |

Sin embargo, no se debe caer en extremos ya que no se puede enmarcar todo estudio como interdisciplinario, pues también se requiere la utilización de conocimientos multidisciplinarios.

El biólogo requiere conocimientos de química para ciertas investigaciones, pero no siempre desde la perspectiva de la química como rama del saber. El ingeniero de siste-

---

<sup>51</sup> La interpretación que se realice depende en gran medida de las creencias de las personas. Si alguien cree fuertemente en algo percibe signos que serán interpretados como apoyo para la existencia de ese algo en lo que cree. Uno de los factores que permite que determinada ideología permee y se incorpore con fervor por una persona y trascienda a la sociedad es la necesidad de creer en alternativas para un futuro mejor, especialmente en tiempos de crisis, en momentos difíciles.

mas requiere conocimientos de administración, de biología, de psicología y de diseño, sin que necesariamente abarque todos los principios para trabajar con suficiencia.

El administrador requiere además de las técnicas y métodos para dirigir, gestionar y controlar, capacidades en psicología, sociología, y ahora de la aplicación de las TIC, de tendencias de la globalización; pero sin tener especialización en ellas.

Lo interdisciplinario trata de ver la realidad simultáneamente desde diversos enfoques. No se trata de saber simplemente que en la célula se pueden dar procesos de oxidación o reducción, sino cómo estos procesos enmarcados dentro del uno más general que comprende la vida, adquieren particularidades que los distinguen de otros procesos de reducción y oxidación en contextos diferentes.

Para la comprensión de un sistema complejo se requiere un proceso investigativo interdisciplinario, multidisciplinario y hasta transdisciplinario; de lo contrario, su concepción será parcial e incompleta y, por tanto, nunca se podrá determinar el total funcionamiento del sistema; solo es posible comprender el sistema a través de equipos de personas que comportan marcos epistemológicos, conceptuales y metodológicos diferentes, esto ayuda a la complementación del conocimiento.

La interdisciplinariedad no puede entenderse como la simple yuxtaposición de investigadores y diferentes visiones. Se trata de ver el objeto por investigar desde diversas ópticas de forma simultánea. En otras palabras, la labor de los investigadores debe permearse mutuamente y generar retroacciones en sus quehaceres y sin olvidar que el objeto de investigación no solamente es dinámico sino que a su vez de él forman parte ellos mismos.

Se conoce que una partícula al ser observada, altera su comportamiento ya que observación y haz de luz incidente no pueden separarse; similarmente, el proceso conta-

ble en una empresa depende de todas las transacciones en las otras secciones: producción, ventas, compras, gerencia, recursos humanos, etc. Para el diseño del sistema contable, no debe separarse la sección de contabilidad; esta recibe y da información a las demás secciones, sin ellas no existiría.

El estudio del ecosistema del páramo de Sumapáz no puede realizarse solo desde lo ambiental o biológico: una fábrica de ladrillos que se halla fuera de sus límites podría alterarlo por la emanación de ciertas partículas (microquímica) y que por algún fenómeno llegan a él; también el paso de vehículos por caminos muy cercanos o procesos de oxidación de los desechos que se botan aun fuera de sus límites, la tala de árboles en sus cercanías, la eliminación de animales propios de ese páramo.

En el nivel macro, la pertenencia de los observadores a lo observado es más clara así sea más distante, pues los investigadores son parte de lo físico, lo vivo, lo social y, desde esas dimensiones son parte del todo. Lo que es su objeto de investigación está totalmente relacionado a él.

| 123 |

Ahora bien, este como concepto depende claramente de los intereses del investigador, los que a su vez están insertos en un marco social específico del que se derivan formas de ver paradigmáticas y conceptuales, asociadas a necesidades de praxis temporales y espaciales bien definidas.

La comprensión de los sistemas complejos se sale, entonces, de la lógica ortodoxa que la consideraba atemporal, asocial, neutra y trascendente a los intereses inmediatos de los grupos y del entorno en que tiene lugar. Lo válido es en el mismo ambiente del fenómeno pero en la mayoría de los casos esto no es posible; entonces hay que generar ambientes muy similares (laboratorios, modelos), los cuales no son del todo globales, algo queda faltando.

La interdisciplinariedad, por no hablar de la transdisciplinariedad, requiere marcos políticos y sociales amplios, que atraviesen las estructuras educativas y por tanto todas

las instituciones de formación de los individuos.<sup>52</sup> La complejidad como disciplina surge de la complejidad alcanzada por el sistema social, y al interior de este por la complejidad del sistema cognitivo que desborda los límites de la especialización por acumulación de conocimientos parciales y que han terminado por enlazarse unos a otros. El ser humano, por su curiosidad innata, ahonda cada vez más para conocer ciertos fenómenos y en lo posible controlarlos; por ejemplo, los huracanes o tormentas tropicales, los volcanes, los fenómenos del niño o de la niña. Pero también quiere saber qué más hay en la galaxia, cómo se generan algunas epidemias. Y lo fundamental, ¿existe vida en otros planetas, hay inteligencia extraterrestre? Todo porque, sin expresarlo muy bien, son sistemas complejos. Se conoce algo del comportamiento pero aún falta investigación.

Pensar la realidad como un sistema complejo supone considerar las distintas dinámicas y el continuo flujo que sucede en ella, entendido como una totalidad fractal en todo nivel. Es decir, esta debe considerarse como fundamentalmente recursiva-dialógica-holográfica, y en ese caso, se debe

---

<sup>52</sup> La interdisciplinariedad y la transdisciplinariedad producen un nuevo conocimiento: integrado, unificado, mucho más propicio para la solución de problemas globales y complejos. Transdisciplinariedad significa que un sistema se aborda por varias disciplinas que se intersecan unas a otras con sus saberes, discursos y explicaciones. Un ejemplo puede verse en el estudio de un ecosistema, donde geología, geografía, climatología, física, química, biología, demografía, etología, sociología, etcétera, convergen hacia la descripción de un sistema complejo, de un problema global, de un proyecto que necesariamente es transdisciplinario; que los conocimientos y discursos de ese estudio son transversales porque los elementos que constituyen el sistema y las relaciones sistema-entorno son complejas y requieren para su descripción una ciencia compleja o de la conjunción de varias ciencias en relación. El ingeniero debe utilizar un conocimiento más amplio, el pensamiento sistémico, para abordar el estudio del sistema como un todo, y el pensamiento complejo para buscar comprender las interacciones, las dialógicas, la recursividad en los procesos, como también las propiedades emergentes.

admitir que posee múltiples dimensiones, donde cada una tiene una dinámica fractal que se correlaciona con otras dinámicas. Así, por ejemplo, a escala interna, un ser humano puede concebirse como una aglomeración de seres vivos (células, mitocondrias, etcétera) que fluctúan en coherencia global, de forma que le sostienen en tanto estructura disipativa. Pero ni el ser humano ni la sociedad son un objeto.

El conocimiento es complejo y está estructurado en un patrón recursivo-dialógico-holográfico. Esto hace referencia a “la estructura transfinita de la dinámica de los sistemas complejos que se sigue de la propuesta cantoriana” (Maldonado, 1999, p. 69). No obstante, no se puede, por ejemplo, considerar la recursividad aparte de la holografía o de la dialogicidad al intentar comprender un sistema complejo con características difusas. Las tres unidas en una dinámica constante son, por así decirlo, la metaley en virtud de la cual fluctúan los subsistemas.

El problema, en este caso, es saber cómo razonar difusamente,<sup>53</sup> cómo pensar sobre la realidad en virtud de nuevas perspectivas, de considerar que todo no posee un límite definido, que todo cambia, aun el propio pensar. Se requiere saber cómo pensar recursiva-dialógica-holográficamente.

---

<sup>53</sup> Propuesta por Lofti Zadeh la lógica difusa nació hacia 1965, con el fin de tener un formalismo que permitiera estructurar el razonamiento aproximado que se realiza. En principio se trata de especificar conjuntos en que sus límites no son precisos, son indefinidos; es decir, no es posible definirlos con claridad. Pero a medida que se aplican los conceptos, va complementándose hasta aplicarse hoy día en diferentes mecanismos; por ejemplo, para el control de los trenes de alta velocidad, para el viaje autónomo de las sondas interestelares en su viaje hacia otros planetas o galaxias, para procesos en que el ser humano corre demasiado riesgo: control de hornos, elaboración de fungicidas, acceso a sitios difíciles, etc. Todo porque siempre se realiza un razonamiento aproximado. Se emplean muchas palabras o expresiones que no pueden cuantificarse dentro de la lógica matemática: mucho, poco, casi, posiblemente, pronto, veloz, etcétera. La lógica difusa formalizó el razonamiento aproximado.

En la figura 4.2 se observan algunas de características del razonamiento del ser humano:

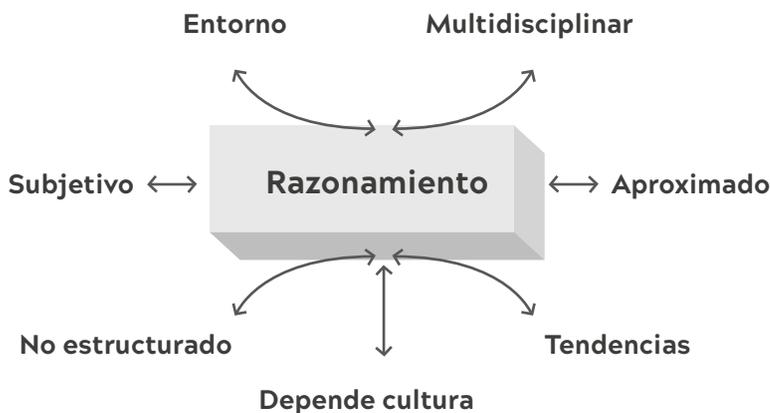


Figura 4.2. Razonamiento aproximado

| 126 |

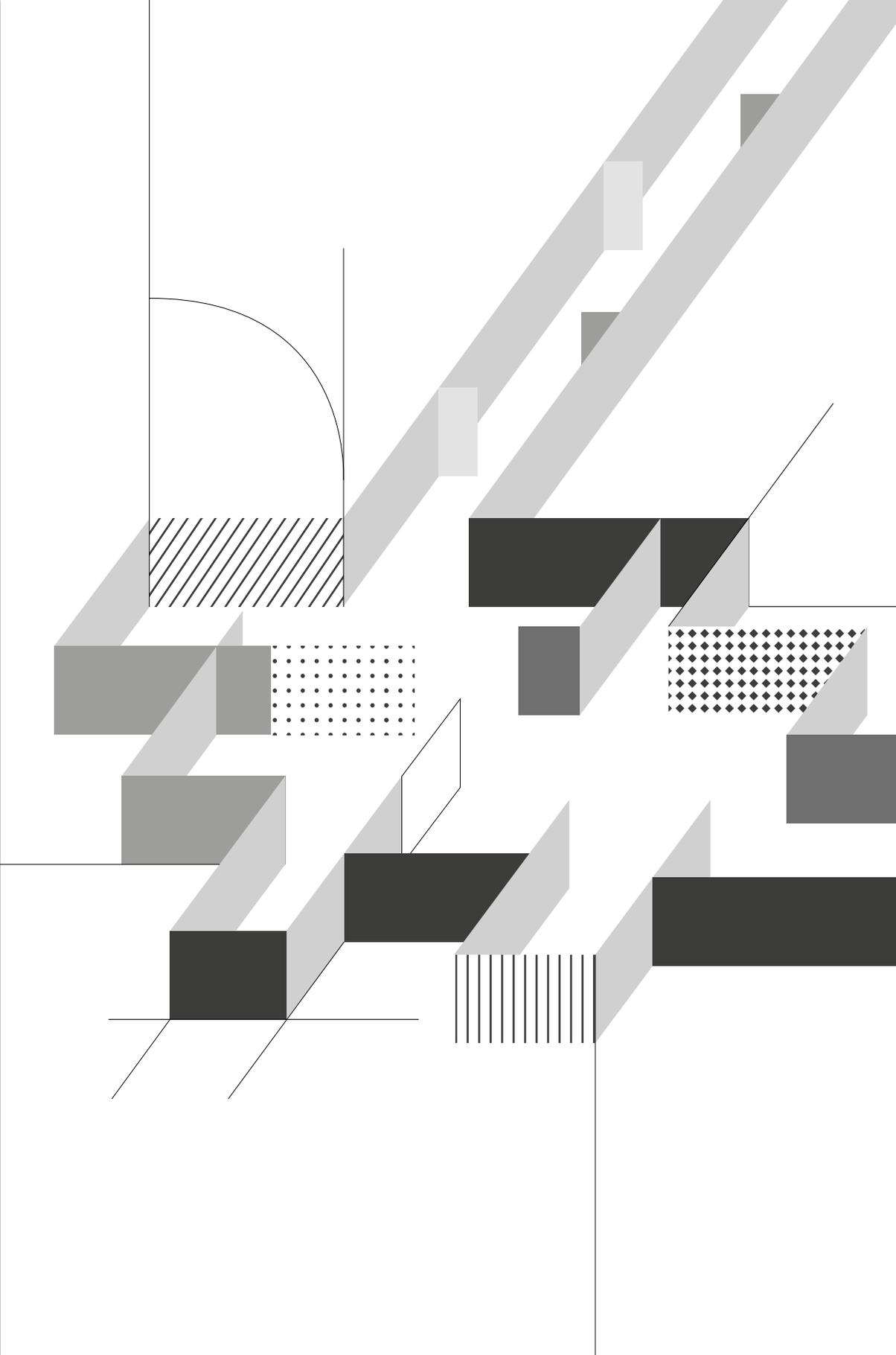
- a. Aproximado (física y temporalmente).
- b. Centrado en tendencias.
- c. Multidisciplinar.
- d. No estructurado (recursivo-dialógico-hologramático).
- e. Contextualmente intersubjetivo.
- f. Depende de la cultura y de las creencias (formación).

En este contexto, los sistemas complejos, entendidos como flujos de relaciones, no pueden conocerse de manera precisa. Sus características distintivas básicas (si es que las tienen) lo son solo en consideración de sus contextos recursivo-dialógico-hologramático en los que se realizan investigaciones o en los que se produce conocimiento. No hay sistemas complejos acotados per se en la realidad. Los sistemas complejos no son objetos, son relaciones de relaciones, sean físicas o no.

Por tanto, el conocimiento es difuso, complejo, dinámico, con incertidumbres e incompleto porque existen comportamientos que se dan en diferentes niveles según los fractales de orden y la estructura lógica de una organización. Para poseer amplio conocimiento científico se requieren de varias disciplinas, formales e informales.

## 5. La transdisciplinariedad





*Lo único que interfiere con mi aprendizaje,  
es la educación.  
Albert Einstein*

Todo problema escapa a las capacidades y al conocimiento de expertos en una sola disciplina.<sup>54</sup> Podría afirmarse que si un problema es soluble desde una disciplina, no es un verdadero problema, es solo un ejercicio académico. Los verdaderos problemas requieren diversas reformulaciones,

---

<sup>54</sup> Analizar problemas complejos requiere nuevas formas de pensamiento con el fin de encontrar alternativas de solución o para entender cómo profundidad en el comportamiento de las situaciones en que ocurren. Un modelo capaz de simular comportamientos y relaciones entre los elementos de un sistema y la estructura misma del sistema debe ser de características dinámico, pero hay que hallar relaciones que no son visibles a simple vista.

enfoques, visiones en contextos amplios, considerando siempre la posibilidad de distintas alternativas de solución.

La organización disciplinaria del conocimiento surgió quizá por una necesidad imperiosa de la humanidad para acercarse metodológicamente a la comprensión de los fenómenos físicos, biológicos y químicos de la naturaleza. Y en su afán de conquista, privilegia la especialización que conduce de manera deductiva a encontrar el todo en la suma de las partes, pero separa el objeto del sujeto que la estudia; en otras palabras, se es fiel al planteamiento de Descartes en que el mundo está relacionado y se conoce cuando se analiza por partes y luego se integra ese conocimiento.

Aunque es innegable el alto grado de desarrollo y avance tecnocientífico alcanzado por la especialización, también es relevante realizar una reflexión sin mirada sesgada porque esa organización del conocimiento desencadena una corta comprensión del mundo real, circunscribiéndolo al punto de vista del especialista que aborda sus fenómenos y problemáticas, según sus intereses.

| 131 |

La transdisciplinariedad es un intento para construir una metodología común para analizar, evaluar y aprender entre diferentes disciplinas.<sup>55</sup>

Para mirar teniendo en cuenta la complejidad y la perspectiva de cada una de ella, se requiere un lenguaje objetivo, neutral, que muestre más al que observa que a lo observado, es decir, no basarse solo en lo que ve el sujeto, sino también describir la faceta externa, lo que logra ver, la superficie del

---

<sup>55</sup> Un híbrido disciplinar que va más allá de una mera integración o cooperación entre disciplinas es la transdisciplinariedad. Organiza un nuevo marco teórico, práctico, conceptual y metodológico, en espacio común de cada disciplina, respetando sus propios enfoques pero atravesando las fronteras semánticas que las distinguen al incorporar sus perspectivas en la construcción del conocimiento. Es metodología que hace al pensamiento ser transdisciplinario. También lo es el pensamiento sistémico. Entendido como una apertura mental en que

objeto, que indique la conciencia del sujeto, hablando desde este mismo. Pero, además, debe hablar de la dimensión intercultural, intersubjetiva, intersistémica. Es decir, con las formas en que todos ven el mundo. En pocas palabras, son otras formas o perspectivas de mirar el mundo, de observar la realidad de determinadas características y propiedades de los objetos.

Alejar la subjetividad ha deshumanizado el conocimiento, lo ha parcelado al punto que las miradas globales se consideran poco claras y faltas de rigurosidad. En el empeño por reintegrar los saberes disjuntos, el sujeto desempeña un papel preponderante y no puede desentrañarse su perspectiva particular, su conocimiento, su dinámica humana de interrelación.

Los cambios ocurridos en la comprensión del conocimiento a mediados del siglo xx transformaron el esquema idealizado del mundo, cuestionando profundamente su forma de organización disciplinar, lo que llevó a una ruptura epistemológica que plantea la necesidad de encontrar

---

la totalidad del conocimiento adquirido, producido o difundido va más allá de las disciplinas, las atraviesa, y no se circunscribe a ellas al trascender a algo mayor en la reconstrucción disciplinaria en el estudio sobre diferentes objetos, articulándolos para construir una nueva realidad fenomenológica que incluye la lógica del tercero incluido y comprender que hay algo más que sujetos u objetos, que ni es masa ni energía pero se siente su fuerza y potencia al observador de manera que influya en lo observado; la respuesta es un desafío que se denomina ciencias de la complejidad que, además de tener la metodología transdisciplinaria, cuentan con herramientas cognitivas y metacognitivas cuyos instrumentos incluyen las convencionales (leyes, principios y teorías generales) y las alternativas con un formato renovado pues incluye el diálogo (entre ciencias, disciplinas y saberes en general) al promover los procesos de comunicación interpersonal y transpersonal en la construcción del conocimiento para resolver los problemas de la realidad de los seres humanos, al utilizar enfoque transdisciplinar en la construcción sistemática del conocimiento.

un abordaje metodológico diferente que permita superar las consecuencias de esa mirada miope. La degradación de la biosfera exige una mirada inter-, multi- y transdisciplinaria que ayude a salir de la encrucijada de la muerte inevitable que pone en jaque la estabilidad de la humanidad sobre la Tierra.

La transdisciplinarietà surge de la necesidad imperiosa de ligar los contenidos que se transmiten en forma separada, es decir, buscar entramar los conceptos sesgados e incluir puntos de vista que complementen lo cercenado por el desarrollo desmedido de la ciencia mecanicista. La transdisciplinarietà se filtra por las fisuras de las disciplinas enhebrando los niveles de la realidad, profanando sus cimientos de complejidad, cuestionando sus verdades, edificando un nuevo andamiaje que permita reconstruir sus métodos. Va más allá, trasciende la mirada reduccionista, afronta las incertidumbres desde una nueva óptica que extrapola los sentidos, introduce ideas sistémicas que cambian la perspectiva del objeto en una nueva condición de inestabilidad que permite distinguir sus múltiples interacciones.

| 133 |

La transdisciplinarietà complementa los enfoques disciplinarios pero los pone en jaque, los articula en una visión oxigenada de la realidad que reivindica el papel del sujeto, reconcilia los saberes de las Ciencias naturales con las Ciencias humanas, busca consensuar la diversidad en la unidad superando los reductos de los fanatismos ciegos que encasillan la mirada hacia una perspectiva de exclusión y privilegio de una única verdad, busca aceptar la legitimidad de diversas miradas y posibilitar la convivencia de múltiples metáforas para pensar un mundo nuevo y diverso.

El siglo xx fue muy prolífico en la producción de conocimiento disciplinario, construyó el colapso de su visión del mundo a costa de sus éxitos. El talento de sus investigadores y el refinamiento de las metodologías y los instrumentos generaron una formidable agregación cultural, con más de una contradicción para la ciencia “normal”. El

emparchado multidisciplinario e interdisciplinario, que se puede observar en la figura 5.1, a pesar de su cierto grado de efectividad, en grandes espacios productores de conocimiento, todavía no pasa del estado de discurso, aceptado a medias por los “dueños” de las disciplinas. Aun estos recursos son notoriamente insuficientes cuando el desafío planteado desborda, en su significado planetario, la patología disciplinaria de origen.

Nicolescu, un físico teórico, se considera habitante de los bordes de la realidad, productora obligada de reflexiones audaces. Su versión de las totalidades va abriéndose camino desde las disciplinas científicas en los medios universitarios, fuente de las mejores producciones del *statu quo*, de la visión lógica, de la razón en dominio y plenitud; también de la fuerza que trasciende en propósito evolutivo su propia lógica.

La transdisciplinariedad empuja por los bordes la racionalidad de sus portadores hacia su destino transracional. Sin embargo, esto no parece novedoso, dado que distintas escuelas de la sabiduría perenne inscribieron en paralelo, los cambiantes estados de la conciencia/realidad. Lo original es que lo actual nace desde las ciencias, todavía asombradas por sus descubrimientos en la naturaleza, alejadas de una unidad sagrada vía ascendente o descendente, y desde el desespiritualizado camino de la explicación, construyendo una cosmogonía laica, no dogmática, que se agrega a las antiguas escuelas y pensadores precisiones que solo el actual desarrollo del conocimiento, el arte, la filosofía y el peso de estos tiempos pueden dar.

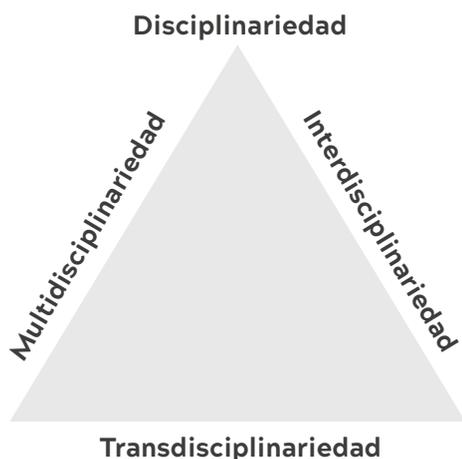


Figura 5.1. Proceso disciplinar

Los tiempos actuales demandan aplicación de la transdisciplinariedad en todos los campos posibles y una pedagogía que la incorpore a extensos colectivos, especialmente los que no provienen de las disciplinas.

| 135 |

## 5.1. Historia

Leyendo sobre la historia de la transdisciplinariedad, puede determinarse una evolución de la teoría del conocimiento (o revolución científica) muy similar a la teoría de la evolución de las especies de Darwin, es decir, ocurre una evolución con la teoría del conocimiento, en la que se parte de una concepción que afirma que el conocimiento está en el sujeto, referenciado en la teoría de Platón sobre el idealismo; para luego pasar al otro extremo que afirma que el conocimiento está en el objeto, donde evoluciona hacia el pragmatismo cuyo padre se puede considerar a Aristóteles. A partir de estas corrientes se conjugan teorías filosóficas sobre el conocimiento hasta llegar al especialismo (reduccionismo),

teoría que afirma que para conocer hay que dividir al objeto de estudio, cuyo padre es René Descartes. De esta forma, debido a Galileo, surge entonces el método científico como arma fundamental para generar conocimiento, el cual dio frutos y respuestas a muchos de los problemas en cada una de sus áreas. Pero las diferentes corrientes filosóficas no toman en cuenta que tanto el objeto como el sujeto evolucionan y que ellos no pueden considerarse como entes constantes durante el transcurso del tiempo. Se empieza a ver que el conocimiento no está en el objeto o en el sujeto sino en las relaciones que se dan entre ellos. Estas son realmente entre sistemas, los cuales son abiertos y complejos. Nace la transdisciplinariedad, la cual no se da como consecuencia del estudio de las disciplinas sino como el estudio de las relaciones entre ellas.

La organización disciplinaria del conocimiento se da para conformar la especialización, y nunca ha supuesto la separación excluyente entre disciplinas. El problema de la organización disciplinaria del conocimiento es epistémico-teórico-metodológica, profundamente socioeconómico, político y cultural. Por una parte, la necesidad de analizar la realidad desde visiones y perspectivas unilaterales profundas para comprender sus particularidades, que no son ajenas a su totalidad ni a los microsistemas que la contienen. Por otra, el enfoque de su estudio científico-tecnológico atiende a resolver aspectos prácticos de la realidad. Por ejemplo, es preferible ser operado del corazón por un cardiólogo que por un médico general, el cual sabe de una particularidad de la realidad (el corazón), sin dejar de saber de su totalidad (el cuerpo humano).

La organización disciplinaria del conocimiento constituye una etapa del proceso del saber, que marcha hacia todos los caminos para la comprensión de la realidad como totalidad: pasa por la particularidad disciplinaria, y se desarrolla hacia la multi- e interdisciplinariedad y aterri-

za en la transdisciplinariedad, movida por las necesidades sociales. Un ejemplo de posibilidades es interesarse en lo transdisciplinario, es dar el salto a este nuevo enfoque del conocimiento para entender mejor la realidad, aun cuando se provenga de campos marcadamente disciplinarios.

## 5.2. ¿Qué es?

La transdisciplinariedad aparece como un proceso de evolución del conocimiento, es decir, una nueva manera de conocer del ser humano la naturaleza. Es un método que evoluciona por deficiencias que existen en el estudio de situaciones complejas por las disciplinas que lo intentan realizar tomando las partes como objetos aislados e igualmente para solucionar problemas de la propia realidad. Una forma parcializada de conocer segmentos de ella, profundizando en variados aspectos de la naturaleza como un sistema y no como conjunto de partes.

| 137 |

Una disciplina permite conocer ciertos fragmentos de la naturaleza con un método de verificación de la verdad (el método científico), pero crea una jerarquía del conocimiento y se le da privilegio a que toda ciencia debe aplicar el método científico, según su objeto de estudio y esta privilegia sobre cualquier otra. Es decir, se crean distintas culturas, totalmente independientes y sin ninguna relación.

El sujeto quien produce conocimiento se cree el creador, y se excluye del proceso. Esta separación da sus frutos, pero crea un mundo cuyas consecuencias se viven actualmente y ha puesto en peligro a toda la humanidad.

Desde luego, aparece la ruptura epistemológica sistémica que afecta las posiciones clásicas del conocimiento como son sujeto/objeto y, por tanto, cambia la noción de objetividad. Tanto el sujeto como el objeto son de por sí sistemas relacionados que cambian continuamente manteniendo

su identidad. Aparecen relaciones y bucles que rompen la linealidad y, por ende, la causalidad. Así, la transdisciplinariedad es una noción que permite ir más allá de las disciplinas aportando su propia metodología de indagación.

En este momento, el problema es ver cómo romper con el método científico que facilita conocer ciertas situaciones y teorías aunque parcializadas o a medias y que trae unas consecuencias funestas dentro de ciertas áreas de conocimiento. Romper la manera de conocer y comprender los fenómenos como un todo es el reto actual de la educación y de las diferentes comunidades científicas. Por momentos, algunas comunidades tratan de juntarse para resolver problemas de manera multidisciplinaria, pero esto conduce a lo interdisciplinario, poner métodos de cada disciplina sin abandonar sus objetivos, lo que no permite realmente una objetividad en el manejo de plantear solución a los problemas que no son de su especialidad o que requieren un conocimiento más amplio. Sin embargo, la evolución del conocimiento da un buen paso hacia la transdisciplinariedad, si se tiene en cuenta que esta permite indagar sobre lo que se encuentra entre las disciplinas, las atraviesa y va más allá.

| 138 |

### **5.3. Proceso**

Tradicionalmente la universidad (escuela) ha organizado las áreas del saber por departamentos, centra los conocimientos a lo disciplinar y deja a un lado aspectos interdisciplinarios y multidisciplinarios, lo que propicia métodos tradicionales para transmitir y asimilar el conocimiento, sin llevarlo más allá de ellas y, sobretodo sin hallar interacciones que de seguro existen.

Se transmite conocimiento como algo lineal, sin análisis del contenido en contexto, sin interrelación con el que se posee, siempre con carácter sesgado, según el enfoque

cartesiano. Las áreas del saber por disciplinas o fragmentos aislados del conocimiento es un todo descompuesto en partes. Se realiza análisis tomando teorías y conceptos de las disciplinas. Pero deberían utilizarse metodologías interdisciplinarias y realizar una continua retroalimentación de conocimientos transversales a multidisciplinares.

Los estudiantes y profesionales requieren cambios de pensamiento para ir más allá en el reconocimiento y la reciprocidad de las especializaciones y que el conocimiento vaya al encuentro de problemas y soluciones de índole social. En su quehacer pedagógico, la educación de hoy requiere alternativas para promover el aprendizaje significativo, colaborativo y creativo en los estudiantes.<sup>56</sup>

El objeto llamado asignatura ("disciplina") tiene dos connotaciones muy relevantes que muchas veces se confunden: (a) como sinónimo de ciencia; (b) como parte de una reja curricular. Es importante distinguir estas dos connotaciones porque, aunque estén vinculadas en las escuelas, en especial en las universidades, ellas se refieren a modos diferentes de comprender el problema de la interdisciplinariedad y, por tanto, también el problema de la transdisciplinariedad.

La primera connotación, asignatura como sinónimo de ciencia, tiene su historia vinculada en especial a la ciencia moderna, a partir del periodo renacentista, cuando los estudiosos reconocen que la Tierra no es el centro del universo y gira alrededor del Sol junto a otros planetas. El pasaje del geocentrismo al heliocentrismo marcó una ruptura de la visión de mundo religiosa, contemplativa, a una visión

---

<sup>56</sup> Un aprendizaje significativo es posible con un proceso de enseñanza-aprendizaje organizado que integre interdisciplinariamente, que proyecte su aplicación y no aisle. La colaboración de un estudiante con otro es fundamental, son seres sociales por naturaleza. El aprendizaje creativo debe ser impulsado puesto que toda persona posee creatividad, por tanto no tiene sentido restringirla.

de mundo científica, pero con una concepción disciplinar, instrumentalizada, cuantitativa, de ciencia.

Esta concepción presupone una concepción limitada sobre lo que puede conocerse. Presupone un pasaje del conocimiento en el contexto de la filosofía, de la religión y del sentido común para una concepción descontextualizada de formas del saber, para una concepción disciplinar/cuantitativa. En la figura 5.2, se observa como el proceso de abstracción o disyunción está implícito en la distinción cartesiana entre *res extensa* (cuerpo, naturaleza, posible conocimiento científico) y *res cogitans* (alma, espíritu, realidad posible conocimiento común). También está implícita la disyunción entre objeto, parte extensa y sujeto, lo que es propio del espíritu o alma. Lo que no es posible de orden, de regularidad, de repetición, de replicabilidad, no es potencialmente científico y no formará parte de la ciencia. Entonces la asignatura-ciencia es una visión limitada de conocimiento que interesa a la producción sistemática del saber, de la industrialización naciente, que interesa a las clases comerciales e industriales que se afirma en el camino del renacimiento a la modernidad. En ese proceso, la filosofía, la religión, el sa-

| 140 |

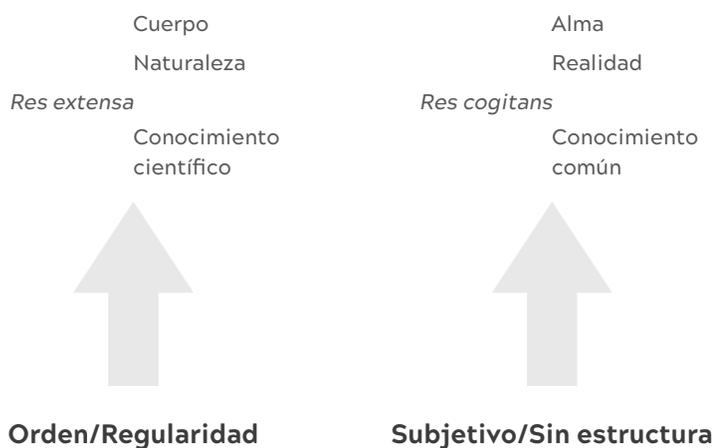


Figura 5.2. Distinciones entre paradigmas

ber práctico-lego, la poesía, todo lo que fuese repetible bajo el control de la ciencia-industria pasó a un segundo plano como una condición marginal.

También, la connotación de asignatura como parte de una reja curricular envuelve un trabajo institucional de un grupo de profesionales, un reparto ideológico del saber, una división de trabajo que puede implicar mayor fragmentación de la asignatura-ciencia, pero que también puede atravesar fronteras y juntar aspectos de dos o más asignaturas.

La asignatura-curricular es motivo de controversia diaria, ya que los docentes debieran trabajar en equipo y, aunque la institución defienda muchas veces este ideal, generalmente es de forma individualista y personalista, sin tener conocimiento sobre qué enseñan y cómo lo hacen sus colegas, cómo perciben los límites entre las asignaturas de la reja curricular.

Así, un área no solo se subdivide en diversos temas y subespecializaciones, sino que el conocimiento se restringe; buscando quizás hibridaciones, innovaciones, asignaturas integradoras, interdisciplina y transdisciplina.

La transdisciplinariedad forma parte de una crisis histórica no solamente de la asignatura-ciencia como base ideológica de la sociedad industrial, sino también de una crisis de los modelos didácticos de lo curricular, de la asignatura. La transdisciplinariedad es contemporánea a la crisis civilizatoria y ecológica; la sociedad industrial y las universidades ven la necesidad de cambiar de concepción de mundo. Un cambio semejante a aquel entre geocentrismo y heliocentrismo es ahora necesario. Una transformación de la relación del ser humano con los ecosistemas, con el mundo, consigo mismo, con la producción de conocimiento, con las formas de aprendizaje y con el sentido del conocer. El conocer y el ser son procesos abiertos, interligados. Conocer es ser y viceversa. Conocer, o nacer junto, vibrar junto, interligar los conocimientos, trabajar en red (*networking*),

todo eso forma parte de la transformación de la sociedad industrial para una sociedad informacional ecológicamente sostenible, más abierta, descentralizada y plural que aquella.

Asignatura no es un sinónimo de ciencia y en la reja curricular es solamente una forma organizada para el trabajo en el aula. Pero la noción de orden empieza a abrirse a la interacción con el desorden, con la noción de reorganización permanente. La transdisciplinariedad requiere una nueva responsabilidad del sujeto del conocimiento, una búsqueda de autoconocimiento individual y colectivo, una reflexión sobre las consecuencias del conocimiento parcelado y mutilante. Por ello, envuelve un cambio de paradigma a partir del aula y fuera de ella.

Es común observar especialistas en lo educativo que formulan programas y propuestas educativas descontextualizadas de la realidad. Todas las políticas que se formulan en Colombia, las diseñan expertos sin pertenecer a institución educativa alguna, no han enseñado y desconocen la realidad social; pero se aceptan sus opiniones por tener estudios avanzados, conocen lo que pasa en otros países; son expertos y poseen un conocimiento transdisciplinar que les provee capacidad de reflexión e interrelación de diversos conocimientos para aplicarlos. Pero esto no es suficiente. Cada disciplina tiene su objeto de estudio, y separada de las otras solo permite el conocimiento de una parte.

La transdisciplina es una necesidad para comprender la complejidad de lo real. Se entiende que la realidad no es solo “la parte”, como se apunta, sino que es un todo que va mucho más allá del estudio de las partes, y ello debido a las múltiples interacciones que ocurren en la realidad. Integrar disciplina, ética y subjetividad para contextualizar conocimientos en la realidad que se tiene a la vista es rescatar el valor del conocimiento de la disciplina, para la vida del sujeto que se educa.

El ser humano tiene la necesidad de ordenar sus ideas, y el conocimiento es un tema de cultura para concebir el mundo y hacer propia la realidad.

La humanidad, el conocimiento y el conocimiento de este evoluciona, aunque el mundo esté presente, la forma de concebirlo cambia no solo por la dinámica que existe sino también por necesidad, y por descubrir que no satisface las necesidades epistemológicas la idea original de ordenamiento del conocimiento (disciplina).

La disciplinabilidad entrena al ser humano en cómo escudriñar los objetos sin importar el resto (interrelaciones, entorno, otros sistemas) pero crea limitaciones en el tejido al organizar el conocimiento, al mismo tiempo es punto de partida para la búsqueda de una nueva organización, un nuevo conocimiento (se tendría un bucle) que es limitado.

Las limitaciones de una organización primitiva que surge a partir del reduccionismo, lejos de ser un mal, han sido el motor de búsqueda del próximo paso de evolución; esto impulsa al surgimiento casi simultáneo de la multidisciplinabilidad (pluridisciplinabilidad) y transdisciplinabilidad ya que el ser humano descubre qué puede haber y, de hecho, hay otras formas de concebir el conocimiento y de organizarlo, solo que el nivel de atrevimiento da el rango cosmovisivo.

La necesidad de mayor conocimiento es compleja y demanda de la transdisciplinabilidad (de ir “a través de”) en los nuevos modelos educativos, en el camino hacia la transformación educativa.

La hiperespecialización, el excesivo fraccionamiento de objetos de estudio cada vez más simples, lleva a una especie de ceguera que impide ver más allá de los árboles, el bosque. Actualmente la medicina tiene áreas especializadas que se enfocan en el funcionamiento de un órgano o sistema, la cardiología, por ejemplo, estudia el corazón separado del resto, hay pacientes que acuden a los cardiólogos

basados en aparentes afecciones cardíacas pero los síntomas deben ser tratados por otras áreas de la medicina. El dolor es biológico, neurológico y psicológico, muchas veces con mayor dependencia de este último.

El médico general puede ser un especialista genérico como médico internista o transitar hacia una súper especialización demandada por las necesidades sociales, tales como neurología, hepatología o pediatría.<sup>57</sup>

El hombre moderno desmitificó el conocimiento y puso orden. Hoy la complejidad de la naturaleza muestra que el orden sin el desorden no es posible.

El descuido de lo espiritual, al ponerlo en un segundo plano lleva a la humanidad a actuar sin ética. ¿De qué sirve la ciencia y la tecnología, si con ella se está destruyendo al planeta y por ende, a nosotros mismos? Pregunta que tiene injerencia en la vida.

La necesidad de la transdisciplinariedad es para integrar disciplinas en una realidad contextualizada, porque, por ejemplo, la realidad de los países latinos no es la misma de los europeos, y dentro de los latinos, la realidad de Colombia es diferente de la de Ecuador o Costa Rica.

La organización del conocimiento lleva dentro la transdisciplinariedad, se orienta hacia un equilibrio por la razón para acoplarse a los diferentes niveles de jerarquía en que el reduccionismo las enmarca intentando asociarla a la realidad en que se vive, pero no es así. Al pensar en el contexto total

---

<sup>57</sup> Sucede en varias carreras. Un enfoque muy técnico, saber hacer una tarea, tener competencia para algo muy específico, pero en la realidad debe conocer oficios diversos, sin que sean todos, sí muy relacionados con el que aprendió como base; entonces debe realizar varios diplomados o especializaciones para entender un poco de qué se trata. El ingeniero de sistemas conoce ciertas teorías pero no comprende sistemas complejos, como los ecosistemas, la convivencia social, la percepción..., porque su conocimiento es incompleto aun de los sistemas administrativos.

de la realidad que incluye al humano en toda su dimensión con el cosmos, se aprecian diferentes niveles de percepción humanística y sensible que produce más información sobre el entorno natural y su influencia en cada uno de los aspectos del ser.

Al analizar al ser humano dentro de su particularidad étnica y su conformación psicofísico lleva a una complejidad y relativismo para definirlo. En general, ningún nivel de realidad constituye un lugar privilegiado donde se puedan comprender todos los otros niveles de realidad. Esto es significativo y demuestra que la educación del siglo xx se sostuvo expresamente en la razón sin que ello fuera suficiente para explicar el mundo en su totalidad. La transdisciplinariedad tiene límites en las leyes: la sociedad dicta pautas, normas y leyes que no se pueden eludir.

Esta disciplina es la trasgresión de lo dual e indica que va más allá del sujeto y del objeto abriendo el camino que conduce a lo multidimensional que es la vida, engloba el universo y al ser humano permitiendo aproximarse el estudio de la complejidad.

Las limitaciones del conocimiento disciplinar no son evidentes pero, ahora que el mundo en lo social también es redondo, por lo planetario de la vida social que se comparte y por el desarrollo tecnológico que exige la interacción multidisciplinaria e interdisciplinaria, convoca hoy día a la transdisciplinariedad como alternativa de soluciones viables frente a la globalización del quehacer humano. En otras épocas, como la antigüedad griega y romana, o la de Oriente antiguo, solo los grandes sabios, genios y creadores de la humanidad fueron transdisciplinarios en el sentido elemental de valerse del conocimiento existente de su tiempo fuera científico, tecnológico, humanístico o de la cultura popular, atravesando diferentes campos para dejar sus aportes.

Referido al proceso educativo, la disciplinariedad es necesaria en ciertos aspectos y una posibilidad para el

desarrollo, comprobado con todos los hechos y beneficios que ha traído al mundo. Sin embargo, el conocimiento se crea de la misma naturaleza y realidad; el proceso permite la construcción de innumerables artefactos complementarios para una vida social cada vez más mundializada, trágicamente progresista pero deshumanizada, y que hoy demanda su humanización y desarrollo tecnológico con conciencia planetaria empleando la vía del pensamiento complejo y la transdisciplinariedad en todos los niveles. Es decir, es muy necesaria una educación ética planetaria consciente de la condición y comprensión humanas.

## 5.4. Fundamento

La transdisciplinariedad tiene sus principios formulados en la Carta de la transdisciplinariedad, (1994) por manifiesto de Basarab Nicolescu. Es un complemento al pensamiento actual para humanizar al ser humano en la gran porción que se conserva de la naturaleza. Tecnologización versus humanización debieran ser factores complementarios y no opuestos determinantes de la vida social actual. La transdisciplinariedad es, en el ámbito cultural, la revolución necesaria en el pensamiento humano, acompañada de una vida social democrática, ética y planetaria como bien lo señala Edgar Morin en sus “siete saberes necesarios de la educación del futuro” (2000b).

No es un imposible en la educación sino un llamado a la ruptura de paradigmas tradicionales a partir del cuestionamiento a la escuela misma en sus fundamentos: su visión socioéticoeducativa, sus postulados psicopedagógicos y didácticos, así como de su currículo y la sustentación epistémico-teórico-metodológica de sus contenidos de enseñanza-aprendizaje y evaluación; en su estructura funcio-

nal académico-administrativa para ponerla al servicio de la sociedad y del ser humano que está por nacer.

Las más conmovedoras experiencias educativas han pasado por la transdisciplinariedad de alguna manera, porque han fundido los contenidos educativos, y la práctica de los conocimientos con la vida y cultura misma de sus educandos, lo que siempre lleva a sobrepasar lo meramente disciplinario para romper actitudes, valores, conocimientos y destrezas tradicionales anquilosadas por usos y costumbres de burocracias de la educación que se han deshumanizado.

La transdisciplinariedad efectivamente es, dentro de la espiral dialógica y compleja de la vida, una aspiración educativa para la transformación, para ampliar el saber, marchando de la mano con los procesos de cambio social en el mundo.

Los acelerados cambios del mundo globalizado y la asimetría existente en el ámbito socioeconómico exigen modelar escenarios educativos que tiendan a equilibrar las injusticias que existen en la sociedad. Un principio importante que se debe cumplir en la educación es la formación abierta a la multidisciplinariedad y a la transdisciplinariedad, a la competitividad de los egresados, sin olvidar que la equidad reflejará las oportunidades de participación de los actores en la educación superior. Por ello, se hace urgente en todos los sistemas educativos:

| 147 |

1. La construcción de currículos para el desarrollo humano integral, desde varias experiencias y proyecciones teóricas, considerando sus riesgos, sus retos y ventajas posibles. Cada uno, analizados como integrante de una totalidad compleja, cuyos efectos son múltiples y diversos y requieren la construcción de tramas organizativas vinculares y flexibles, con espacio al azar y la emergencia, en vez de currículos prefabricados y rígidos.

2. La confluencia de una perspectiva de la complejidad, el enfoque crítico-creativo, la teoría socio-histórica-cultural, las teorías humanistas y emancipatorias, entre otras, en sus interrelaciones con la comprensión de los procesos complejos educativos, con énfasis en sus repercusiones en los cambios de proyección y estilos de enseñanza y aprendizaje.
3. Incorporar urgentemente la conceptualización de la complejidad (incertidumbre-azar-error, perturbaciones, bifurcaciones, trayectorias, atractores, difusidad, reflexividad, recursividad-dialogicidad, autoecoorganización, etcétera), como campo semántico traducible en procesos concretos de interacción entre los actores del proceso social de enseñanza-aprendizaje en los campos interrelacionados de la construcción del conocimiento en las ciencias, humanidades, tecnologías y práctica social.

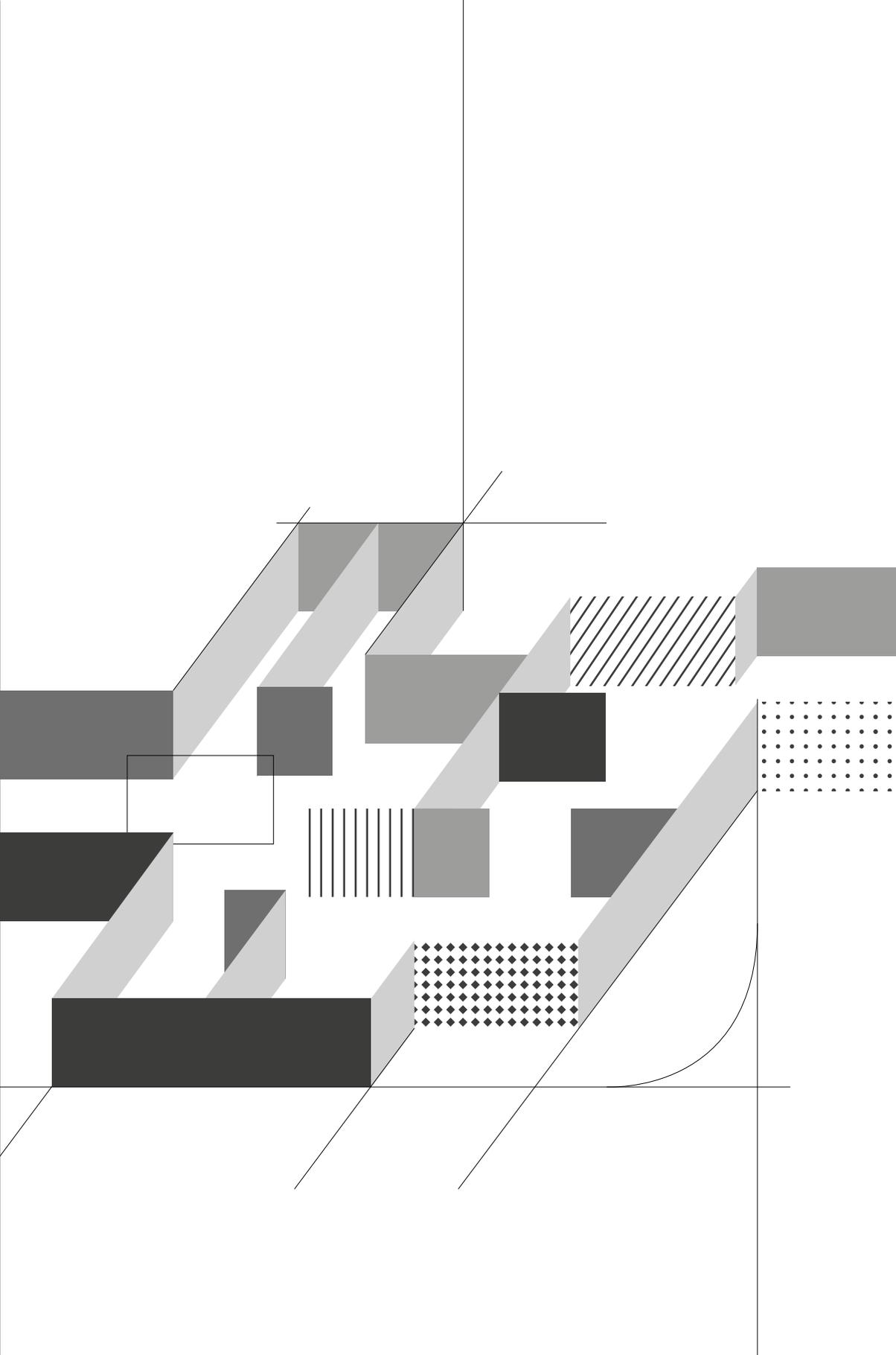
| 148 |

Por tanto, la transdisciplinariedad, al implementarse en la educación, no solo debe ser en niveles medios y superiores sino desde el comienzo, ya que es ahí donde el ser es per se transdisciplinario y todo lo absorbe como unidad. Es permitirle herramientas al docente para que no deshaga lo que ya está ahí desde el principio. Es dar un nuevo lugar a las disciplinas pues sin ellas no se hubiese llegado a pensar en la transdisciplinariedad, pero este nuevo lugar deberá garantizar que las relaciones que hay entre ellas y las emergencias que surgen de su estudio y manipulación siempre estén a la vista. Las ciencias nuevas que más bien se concentran en las relaciones como la ecología deberán ser vigías permanentes del desarrollo de las ciencias aisladas para tener responsabilidad del conocimiento. Actuar con conocimiento y actuar a sabiendas de que muchas veces se ignora y, por tanto, se tiene que afrontar consecuencias que ni siquiera pasan por la mente.



## 6. La formación del ingeniero





*Muchas veces lo que se busca está frente a los ojos,  
se necesita es mirar de otra forma para encontrarlo.*

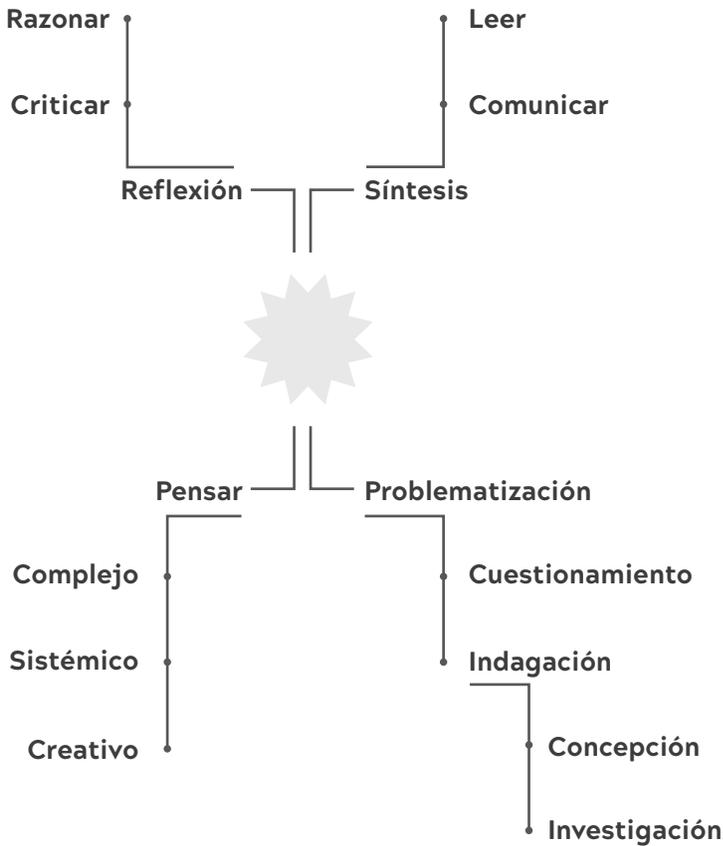
*Autores*

| 152 |

La educación en el siglo XXI requiere transformación, debe dirigirse a fomentar la innovación, la creatividad, el pensar sistémico para el estudio de los sistemas complejos, así como pensar en cuidar el planeta con conciencia y trabajar con ética; debe ser un resultado continuo de la exploración del sujeto por procesos de cuestionamiento, problematizaciones, indagaciones, síntesis, reflexión y crítica, proceso que se puede observar en la figura 6.1. La educación tiene que estar soportada en variadas concepciones e investigaciones, desde el nivel inicial hasta el universitario, siempre y cuando no se siga destruyendo el mundo. Esta debe ser un proceso de autoecoorganización de planos y perspectivas en el interior.<sup>58</sup>

---

<sup>58</sup> Los Estados nacionales con sus aparatos administrativos, la homogenización y estandarización de los sistemas educativos, la desvalorización de aquello que desde una concepción del norte de desarrollo y progreso se considera inadecuado y digno de extinción, son factores que han concurrido para disminuir e incluso borrar la heterogeneidad cultural en favor de una creciente homogeneidad universal.



*Figura 6.1.* Formación del ingeniero

El docente de este siglo debe cambiar su método, no enfocarse en la atención y la memoria; debe ir más allá, para lo que es imperativo desaprender y reaprender. El niño (el joven y el adulto) desarrolla habilidades para enfocarse en ciertas instrucciones y repetirlas, es decir, aprende un concepto específico, lo almacena en la memoria y lo repite. La memoria y la atención son importantes para que la persona (en especial,

niños y jóvenes) desarrolle facultades para interactuar en el aula y recordar conceptos; por ejemplo, definiciones que al no ser aplicadas retrasa la capacidad para la metacomprensión de la realidad.

El docente debe plantear estrategias para que sus estudiantes comprendan la realidad y, por tanto, apliquen las teorías que se les transmiten.<sup>59</sup>

En la educación deben existir actores que la planifiquen con apoyo de los demás actores (estudiantes, docentes, padres, directivos, legisladores, etc.), debe ser alguien que maneje variados conceptos y modelos para prospectar la habilidad que llevaría a los docentes, primero, por un camino que rompa con paradigmas establecidos y luego utilizar herramientas tecnológicas y métodos fiables en el aula. Debe desempeñar el papel de coordinador, facilitador y dar seguimiento, con una presión directa, al diseño de métodos de trabajo, de cómo evaluar a los docentes, los programas y el sistema como un todo, a fin de incentivar a los que estén motivados por el cambio y poder medir a su vez el impacto de estos, donde se analizará la constante adaptación al entorno y a los resultados que se puedan obtener.

Se siguen reglas, normas y leyes, muchas veces, sin saber o entender las razones, el mundo encierra, por lo que se debe acatar, para ser parte del entramado social, lo que la sociedad dictamina.

Las reglas hacen parte incluso de los juegos infantiles, seguidas al igual que las normas sociales de convivencia. Se proyecta lo que se es y lo que se aprende. Se es parte de

---

<sup>59</sup> Para el estudiante es muy sencillo y simple sancionar el proceder del docente con calificativos que degraden su labor, sin correlacionar lo que plantea. Es importante retomar el origen del comportamiento y volver la vista al ser humano, a la universidad, a la sociedad, no con la finalidad de entender el entramado complejo de la formación del docente, sino ver la complejidad de la realidad y comprender las demandas que hace la sociedad.

la metacognición de los procesos con los cuales se aprendió y que se encuentran arraigados en lo más profundo del ser. Es fácil seguir el mismo molde para no asumir los compromisos adquiridos de construir (formar) personas que desarrollen cambios para mejorar la sociedad.<sup>60</sup>

Se es ser en búsqueda de respuestas a innumerables inquietudes para forjar autoafirmaciones y realidades; se considera dueño del mundo destruyéndolo para beneficio propio.

La universidad puede proporcionar variadas respuestas y si no lo logra, intenta generar habilidades para conseguir y proyectar al estudiante en la carrera. Algunos docentes buscan el cambio, pero son pocos; hay respuestas o alternativas a los errores del proceso educativo, a la falta de una sólida formación reflexiva, crítica y resolución de problemas, tanto a nivel personal como de las instituciones educativas; sin embargo, no existe una política frontal que prospecte cambios del pensamiento con el fin de mejorar la forma de transmitir conocimiento y, por tanto, de asimilarlo y aplicarlo.

| 155 |

En cualquier centro educativo, todo debería estar atravesado por la educación y con base en ello mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje. En la persona deben encontrarse la reflexión, la comprensión y el análisis, para regular los procesos de desarrollo; encontrar espacios en los que se pueda hablar, escuchar, preguntar, buscar y generar nuevo conocimiento. Pero lo importante es cambiar, crecer y enseñar con ternura, potenciar procesos creativos e innovativos.

---

<sup>60</sup> El concepto de cambio resulta inoperante si no se puede pensar en un contexto concreto, complejo, dinámico y a una escala relativa. Esperar a que llegue el futuro es no buscar posibilidad de que exista un pensamiento crítico, sistémico, complejo. Sobre todo no hacer frente a la entropía ni a las ideas que representan la posibilidad de hacer mundos. Para ello es fundamental potenciar la imaginación, la creatividad, la reflexión como una facultad capaz de comprender la amplitud y la complejidad.

En la escuela se copiaba con buena letra y mala ortografía, y en los exámenes se repetía exactamente lo copiado. Se aprendió de memoria. Al poco tiempo, lo incorrecto se afirmó como correcto y se reproduce de la misma forma en colegios y universidades. Esto hace parte de la llamada educación tradicional. Sin embargo, la sociedad está complejizándose y requiere nuevos aprendizajes que conduzcan a niveles conscientes de nuevos procesos metacognitivos para reevaluar lo pasado y prospectar el futuro.

En el siglo XXI, el docente tiene ante sí una tarea enorme y de elevada responsabilidad. No puede convertirse en un filósofo para hacer uso detallado de los modelos conceptuales. No puede convertirse en un psicólogo o especialista en ciencias cognitivas, que todo lo mide con las herramientas de esos campos del saber humano. No debe seguir siendo un técnico que repite lo que aprendió, porque ahora ese conocimiento podría ser obsoleto, sin aplicación o sin correlación con los otros que el estudiante adquiere en otras asignaturas. No debe seguir con las mismas estrategias de cada día, de siempre, con las que le enseñaron. Debe cambiar.

Ante el avance tecnológico indiscriminado, surge la necesidad de la búsqueda de la armonía entre la naturaleza, el ser humano y el universo. Debe buscarse también de manera complementaria un método vivo y dinámico del pensamiento que permita desarrollar sin impedimentos y evolucionar para encontrar lugares comunes de encuentros y caminos apropiados para llegar a un mundo humanizado y cálido.

Todos los seres humanos son interdependientes, se coexiste en el mismo cosmos y en la misma naturaleza. Se tiene un lenguaje, manifestación humana y creativa, un recurso indispensable entre la ciencia y la técnica para que la vida sea completa y armoniosa, un campo de exploración y equidad de la naturaleza, un medio para el desarrollo del pensamiento equilibrado, una disciplina vinculada con otros campos del saber y con la cultura, un medio de expresión para investigar y ligar la conciencia ecológica con lo racional, reflexión

que conduzca a verdades profundas y que permita ingresar en el misterio de los hechos, y así desestructurar ese pensamiento lineal que a través de la educación tradicional lleva a no ver muy bien la realidad como es, a mirar solamente lo simple y tangible, a no escudriñar en las relaciones ocultas y en las propiedades emergentes que suceden por diferentes interacciones, a seguir las capacidades del pensamiento que en ningún momento son lineales sino más bien sistémicas y complejas. Situación ilustrada en la figura 6.2.

Hoy día se requiere una sólida formación crítica y reflexiva como docentes para generar verdaderos procesos metacognitivos que den respuestas a preguntas simples y complejas<sup>61</sup>, y así llegar al fundamento teórico del quehacer educativo para mejorar la labor de cada día.

Los docentes no pueden seguir en la transmisión de conocimientos acabados, sino que de una forma seria y sistemática se debe desarrollar en los estudiantes estrategias eficaces de aprendizaje: aprender a pensar, a aprender, de ser creativos e imaginativos<sup>62</sup>, que puedan generar conocimiento

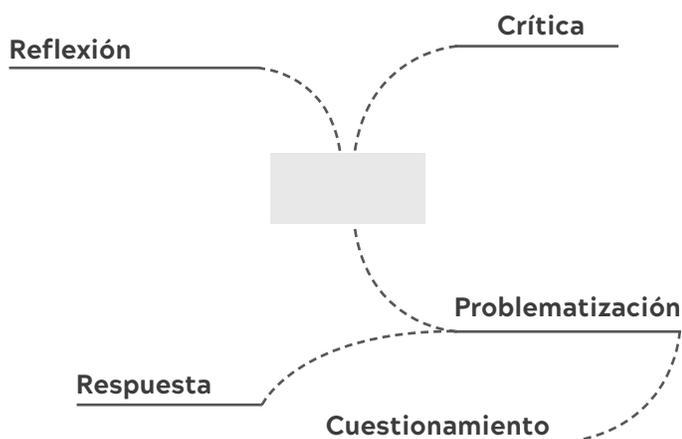
---

<sup>61</sup> Una breve revisión a la epistemología o a los procesos culturales en el desarrollo de la humanidad lleva a determinar que es antigua la reflexión humana sobre diferentes aspectos, sobre todo a partir de la interacción cultural, la diversidad de elementos necesarios para vivir en sociedad, la necesidad de comunicación. En principio, la historia de encuentros y desencuentros entre sociedades comienza en realidad entre Europa y “los otros”, los de ultramar, en donde debe considerarse que a Europa se llamaría sujeto europeo, e identificable como tal, y desde la Edad Media, marca un hito desde su llegada a América para la construcción de un conocimiento cultural. Desde hace unas décadas se habla de los Estados Unidos y los otros, los del G-8 y los otros, los desarrollados y no desarrollados, los del Norte y los del Sur, etc.

<sup>62</sup> Ser creativo, en pocas palabras, es descubrir algo que está más allá del quehacer diario o de la solución tradicional; es experimentar una sensación de triunfo que podría ayudar a nuevos aprendizajes, a tener seguridad de las capacidades que posee, es buscar nuevas alternativas e interrelacionar la información.

y, por tanto, que tengan capacidades para realizar procesos metacognitivos.

Solamente generando en los estudiantes nuevas estrategias de aprendizaje, ellos se apropiarán de los procesos de aprendizaje que darán competencias tanto cognitivas (donde están la reflexión, la crítica, el hallar problemas) como otras estructurales de valores que han de servir para su desempeño en la sociedad.



*Figura 6.2.* Requerimientos en la formación

Aprender a aprender ofrece oportunidades eficaces para el desarrollo del pensamiento y actitudes positivas hacia el aprender, de manera que los estudiantes se conviertan en personas responsables de su propio conocimiento que los anima a generar uno nuevo y, por tanto, a investigar.

Este tipo de aprendizaje será una realidad cuando se permita que sea el estudiante quien plantee hipótesis, interprete teorías, encuentre varios caminos de solución a los problemas. Es decir, se requieren estrategias que promuevan y mejoren la metacognición y, por tanto, conduzcan a la

transferencia adecuada de conocimiento, sobre el cual se ha reflexionado en la promoción de espacios para ello.

Esto llevaría a crear sus propios conceptos frente a una temática expuesta en clase; por tanto, puede ser una gran estrategia para apropiarse de él. Cada reflexión genera y propicia nuevas formas acertadas de aprendizaje. Conocer cuándo se está frente a una nueva posibilidad de aprendizaje y contar con la autonomía para hacerlo, con las herramientas apropiadas y necesarias para generar conocimiento, promueve en los estudiantes posibilidades para controlar y regular la aplicación de nuevos procesos y estrategias de aprendizaje.

Es importante considerar los procesos del pensamiento no como algo que cada docente en una institución debe de dominar sino como un enfoque de diseño del sistema educativo teniendo objetivos específicos y medibles al ver los resultados esperados. Los docentes son especialistas en sus temas y un conocimiento de la metacomprensión, que al final se debe llegar, y cómo aplicarla en el aula de clase, agregaría mucho valor hacia un objetivo global como sistema de educación.

| 159 |

Conforme el docente utiliza, lee, experimenta y comprende cómo el estudiante entiende y comprende, domina los métodos para complejizar su docencia, indudablemente agregará a su experiencia el cuerpo de conocimiento y los métodos metacognitivos, los cuales crecerán como lecciones aprendidas. Si existe un buen sistema de reconocimiento, visibilidad y difusión del conocimiento, la docencia se puede convertir en un caldo de cultivo para un mayor mejoramiento continuo, al sumar todas las experiencias del colectivo docente institucional, regional y nacional.

La educación o, mejor, los procesos educativos están invitados a religar, contextualizar, globalizar, pero al mismo tiempo reconociéndose singulares y concretos. El problema dual está en haber perdido las certezas que permiten pensar

en un mañana mejor; hoy no se sabe hacia dónde se dirige, no se puede predecir el futuro. Este dualismo requiere reformarse, y para ello se necesita reformar las maneras de ver el mundo.

Son varios los retos que tiene el docente del siglo XXI, y uno de ellos es ayudar a construir un sistema político sin llegar a ser una mala personificación, en que las incoherencias entre lo que dice y lo que hace crean vacíos en la realidad<sup>63</sup>; ayudar a gestar en el país un sistema político innovador que le permita al ser humano una existencia digna y más libre, donde el individuo tenga la oportunidad y la posibilidad de decir: “yo pienso, yo siento, etc...”

En lo humano, los individuos en el mundo mezclan cosmovisiones, relaciones de dominio, mitos y características diversas de *Homo faber*. Antes de que la antropología, ciencia nueva, comience a entender la complejidad de la cultura iberoangloamericana con influencia francesa (española, árabe o inglesa) –más que en dominación territorial y política, con fuerte incidencia ideológica–, siempre se estará inmerso en los flujos y convulsiones de la reorganización civilizadora que ojala lleve a una civilización humana de la conciencia hacia el medio<sup>64</sup>. Esto requerirá caminar hacia una política de la civilización y hacia una política para una educación civilizadora.

El pensamiento complejo despliega una amplia recursividad con la antropología en cuyo entramado se pueden

---

<sup>63</sup> Dejar el reduccionismo es la meta de ese terreno que proporciona la cultura de las afirmaciones categóricas. Esto significa situar en un lugar de privilegio la relación de conceptos, relación de culturas, que ayude a pensar los múltiples modos y métodos para engendrar cambios dentro del sistema educativo.

<sup>64</sup> Es paradójico que en el seno de la civilización del norte surja y se despliegue una importante y exitosa disciplina científica cuyo objeto de estudio e investigación es la diversidad cultural (antropología), a la par del esfuerzo sostenido de esta misma civilización por anular tal diversidad.

distinguir dos procesos de los que se debe tomar conciencia. Uno es la expansión a escala planetaria de una civilización en la que se conjugan nacionalismo y militarismo, misión religiosa y racismo, búsqueda capitalista de mercados y de materias primas y afán ilusorio de registrar, entender y controlar todos los fenómenos planetarios. El otro es la hegemonía de la ciencia positivista como conocimiento aceptable, caracterizado por la organización social de sus practicantes (comunidad científica) y por el consenso de esta comunidad de ciertos procedimientos para generar y validar enunciados sobre la realidad empírica.

Es decir, debe surgir la propuesta de caminar hacia un nuevo paradigma cuya esencia está en reconocer lo uno y lo múltiple, la riqueza de la diversidad en la unidad, el todo en las partes y las partes del todo, el otro como un yo, el medio como la propia vida y el mundo con enfoque objetivo y sistémico, entre otros.

Las organizaciones no son máquinas triviales y por ello existen contradicciones propias del modelo civilizatorio, donde los conflictos opacan procesos emergentes que toman nuevas formas por la misma dinámica y evolución en la complejización de la sociedad. Hoy es menos opaco que antes, puesto que el escenario a partir de lo reduccionista ha llevado a una integración mucho más compleja y envolvente cuyas dimensiones incluyen los ámbitos políticos y militares, la cosmovisión y el conocimiento, las pautas de la vida cotidiana, los sentimientos y la corporalidad.

Las competencias necesarias dentro de una sociedad complejizada requieren reflexión en torno a la aplicación de los grandes avances que se desarrollan en otros hemisferios y confrontar los valores, la religión, las costumbres, entre otros aspectos. Pero el uso de las tecnologías se masifica permitiendo, en algunos casos, conservar saberes esenciales para la vida en sociedad, entre ellos el respeto a la vida, a las opiniones del otro, a convivir a pesar de las diferencias, a superar los obstáculos porque siempre hay una oportunidad

para intentar un nuevo camino, alegrarse por el simple hecho de despertar y contemplar un nuevo amanecer.

Suramérica está bendecida por sus condiciones ambientales; se puede disfrutar de variados espacios, se vive en condiciones estables y en condiciones extremas, se cree en realizar una u otra actividad, a pesar de las opiniones de los expertos, porque siempre hay alternativas.<sup>65</sup>

En pocas palabras, la formación del ingeniero debe estar orientada en busca de la generación de mecanismos que sean de beneficio para la vida, que garantice el aprendizaje en todos los espacios, que busque la capacidad de cambio en pro del bienestar propio y de la comunidad que le rodea. Debe propender a construir una conciencia ecológica, como estrategia que busque mejorar y desarrollar la biodiversidad de la naturaleza, que siempre conciba el todo como una unidad, sin dejar de reflexionar sobre cada una de las partes que la componen.

| 162 |

Dicha formación debe promover y auspiciar la mejora de la metacognición, la cual será el punto de partida para que en el futuro se adquieran nuevas habilidades y destrezas, y pueda aplicarlas en las nuevas situaciones que se le presenten, especialmente para solucionar problemas complejos y ser siempre partícipe de variedad de proyectos, aun estén fuera de su disciplina base.

Como dinámica, en la educación superior, la ciencia y la tecnología, nuevas pautas de interrelación deben generarse para apoyar a través de estrategias de investigación el desarrollo del conocimiento, la estructuración de procesos que lleven a pensar en la comprensión de esa realidad que es compleja y el planteamiento de una conciencia planetaria

---

<sup>65</sup> En regiones se dice que donde comen dos comen tres todos pueden aprovechar las oportunidades y satisfacer sus necesidades. Si no logras lo que quieres de un solo momento, puedes trazar una secuencia pero no se va la vida en ello, siempre hay tiempo.

para propiciar procesos de unión de fuerzas con el fin de conservar el medio ambiente y, por ende, un planeta con mayor diversidad.

Variadas diferencias cuantitativas podrían indicarse entre los países avanzados y aquellos que están en desarrollo, como Colombia, pero eso no debe ser obstáculo para que las universidades y centros académicos desarrollen funciones de docencia e investigación de alto nivel y con estándares de calidad apropiados.

La formación del ingeniero en Colombia, así como en la mayoría de los países latinoamericanos, sucede teniendo en cuenta qué pasa en los países desarrollados. Sus procesos obedecen más a presiones de la demanda social de algunos sectores que a requerimientos que podrán suceder en un futuro, es decir, previniendo los cambios que han de suceder por las alteraciones, bifurcaciones, constreñimiento por las complejidades en lo social, lo político, lo cultural y hasta lo educativo. Además, las universidades se enfocan a partir de la relación entre investigación y docencia, pero más en esta; la inversión educativa se dirige hacia la educación básica y la formación tecnológica limitando las posibilidades de crecimiento y desarrollo tecnológico del mismo país. Se piensa en partes no en el todo. Se busca la solución de una demanda no de las necesidades que podrían surgir.

Se percibe que es necesario una reforma educativa profunda, que se dirija en las diferentes disciplinas y áreas del saber a construir procesos para una evaluación crítica y constructiva del quehacer profesional; sin embargo, este escrito no proyecta describir características de cómo debe ser esta, más bien insinuar que el pensamiento sistémico y el pensamiento complejo son herramientas fundamentales en la formación del ingeniero en busca de que desarrolle procesos metacognitivos, conciencia planetaria y enfoque sistémico.

Los siete saberes propuestos por Morin (2000b) pueden servir como una guía general (ver Anexo). No son de

carácter superficial, sino generalista y detallista, aplicables a los diferentes contextos, considerando a las personas en la tríada individuo – sociedad – especie, y considerando las diferentes culturas existentes. Si se percibe desde una perspectiva simplista puede parecer utópico, poco realista y difícil de aplicar. Pero desde una perspectiva compleja, se puede tomar como una forma de concebir la formación, una especie de filosofía de vida, donde se intenta comprender la realidad en sus partes y conformando el todo. Por ello, puede considerarse un sistema, un conjunto de elementos en el que todos influyen sobre la organización y generación de los demás, estableciendo una relación de complementariedad.

Realizar cambios, propender por la aplicación adecuada del pensamiento sistémico y el pensamiento complejo es una propuesta emprendedora que plantea recrear, imaginar, reconocer nuevas ideas, teorías, caminos, eventos, procesos, construcciones que deben ser pertinentes y contextualizadas al momento histórico en que se vive.

| 164 |

La obra de Edgar Morín permite hacer camino mientras se camina. Brinda la posibilidad al sujeto, en su mundo y en su entorno a aprender, reaprender, conocer, reconocer y reconstruir el conocimiento porque es el sujeto a partir de su compromiso sociedad/especie/cultura/realidad cotidiana quien tiene autonomía y libertad de juicio.

El enfoque sistémico permite articular los siete saberes planteados por el autor, como partes de un todo coherente. Se pueden unir las partes al todo y el todo a una parte, puesto que los siete saberes siendo temas vitales son la interacción entre ellos, las intercomunicaciones con su medio, su inseparabilidad, la comprensión de la organización activa del sistema del pensamiento complejo conjugado con otros elementos que permite reintegrarlos por medio de un pensamiento capaz de unir, constituir, completar y totalizar.

El reconocimiento de los vínculos de estos saberes con los macro y microsistemas (sociedad, individuo, espe-

cie) ayudan a entender las retroacciones sistémicas, necesarias para la educación del futuro.

La transdisciplinariedad propuesta por Morin y el perfil circular interdependiente entre los saberes evita un corte impropio de la sistemicidad (la relación de una parte con el todo), al tiempo que se impulsa una reforma del pensamiento, la misma que se llevaría a cabo con el desarrollo de un pensamiento complejo, sistémico y de contexto para ser competente al estudio de la complejidad.

La educación a la que se está abocado tiene como reto desarrollar estructuras de pensamiento que estén en capacidad de afrontar la complejidad para integrar las disciplinas utilizando los siete saberes de la educación del futuro. Entonces se podría corroborar la interacción sistémica en un todo coherente.

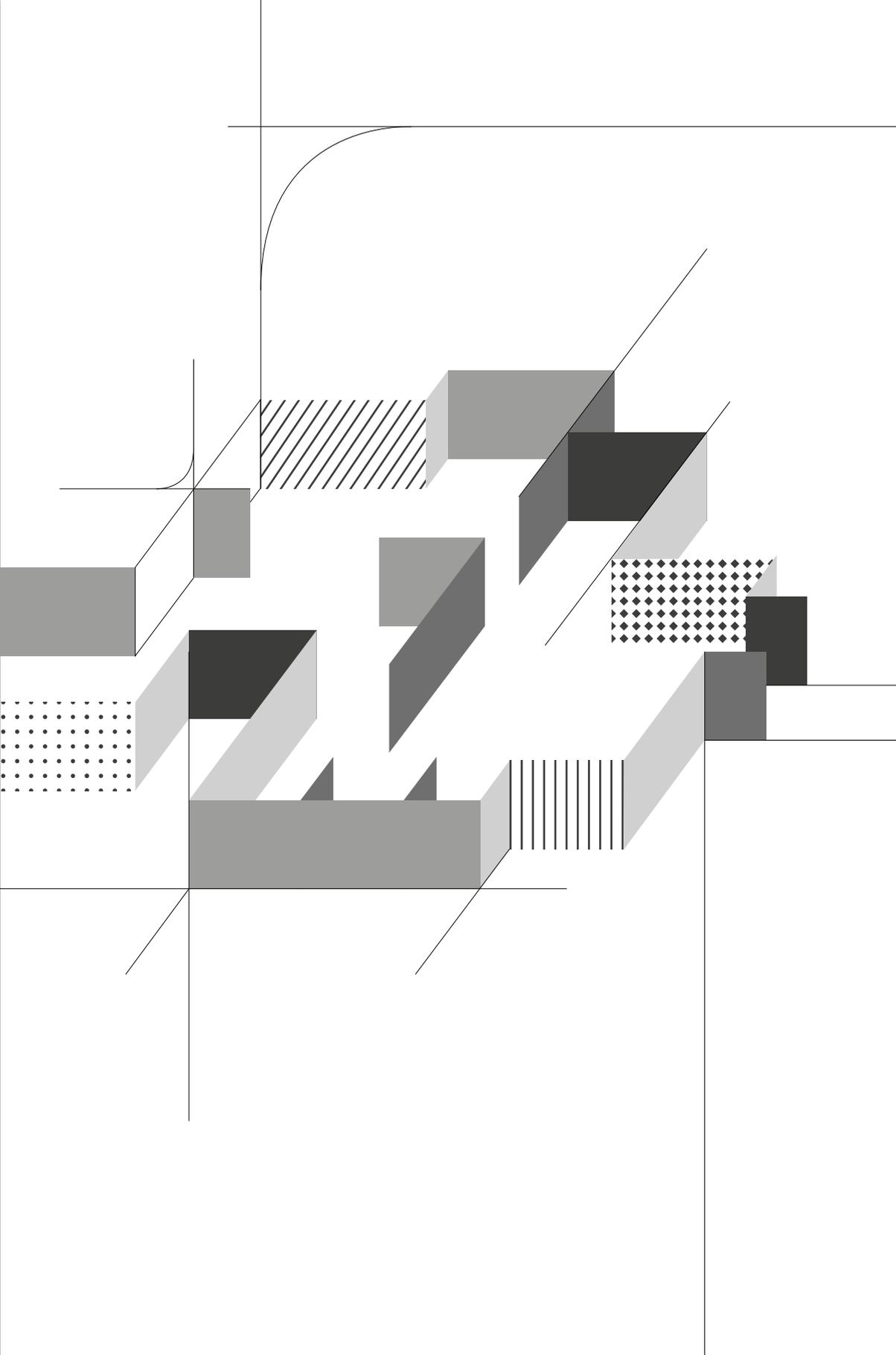
Como se anotó, la formación del ingeniero debe propender esa capacidad que posee el ser humano, que en algunos contextos se ha delimitado y hasta eliminado: la metacognición.

Por mi formación matemática, me ha interesado la modelización de los conceptos de varias teorías que se asocian al pensamiento sistémico. Pero han surgido nuevos conceptos que significan un cambio profundo para la perspectiva mecanicista de Descartes y Newton hasta una visión ecológica y holística.

Resulta motivante recordar la conexión entre los cambios de pensamiento y de valores, los cuales se pueden considerar desde la asertividad a la integración, que son necesariamente aspectos esenciales de todos los sistemas vivos. Esta conexión lleva a un equilibrio dinámico entre las diferentes partes de un sistema y de este con su entorno y con los sistemas con los cuales se comunica.

## 7. Reflexión





*La ciencia construye leyes sobre lo que existe,  
la ingeniería crea mecanismos  
para mejorar la calidad de vida.*

*Autores*

La educación es un sistema que surge de la sociedad, va al individuo y regresa a ella. La sociedad es un sistema complejo y uno de sus componentes es la educación. La formación es parte de la educación, parte de la sociedad e intrínseca al individuo, que es cognitivo, emocional, social y complejo, entre otras cosas. Una formación integrada e integral se basa en que el sujeto tiene la posibilidad de desarrollar competencias cognitivas y socioafectivas para su crecimiento, con sus expectativas y sus posiciones ideológicas a partir de creencias y cultura que dirigen sus acciones y toma de decisiones. La formación integral debe partir de procesos educativos que

permitan pensar y comprender lo científico, lo ético, lo estético, como solucionar los problemas con capacidad analítica y comprensión de la realidad. Pero esta se debe realizar sobre bases científicas.

El proceso tradicionalista-conductista es un modelo castrante del pensamiento donde se le enseña al sujeto a ser imitador, a ser dirigido, a ser dependiente; así el sujeto no logra tomar conciencia de lo que aprende, tampoco desarrolla su capacidad creativa, ni desarrolla habilidades y potencialidades; no logra la capacidad de independencia en toma de decisiones y en capacidad de crear. Sin embargo, esto no implica que el estudiante no pueda reaprender, solo se necesita readecuar los procesos educativos de manera que se pueda lograr la madurez metacognitiva para que ellos puedan reorganizar sus procesos mentales y su conducta preestablecida o que le preestablecieron (procesos condicionantes).

Un ingeniero es un profesional que está llamado a realizar cambios y a comprenderlos en relación a la globalización de los mercados, los cuales exigen a las organizaciones mayor competitividad con productos de alta calidad, además debe ser partícipe de variados proyectos en los que la ética y su contribución total al desarrollo sostenible de la sociedad y del medio ambiente deben estar presentes.

Para que el estudiante pueda lograr la madurez cognitiva es necesario que entienda cuáles son las estrategias a usar y reflexionar sobre sus propios procesos mentales, deduciendo por sí mismo qué estrategias son más eficaces. El docente también debe entender qué hacer y qué preguntarse al planificar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

La formación del ingeniero para el empleo debe estar orientada a que pueda mantener su empleabilidad y adaptabilidad en una realidad de continua transformación por influencia de los avances tecnológicos, y a partir de ello las nuevas formas de trabajo que se soportan en las TIC.

Dicha formación debe darle herramientas para que desarrolle sus capacidades cognitivas, comunicativas, organizacionales, motrices, a fin de que mejore su productividad en el trabajo, eleve su nivel de vida y amplíe sus posibilidades de desempeño en cualquier nivel de una empresa o de la sociedad. Además debe fomentar el desarrollo de un entorno favorable para él, su familia, la sociedad y su país a partir de su inteligencia y habilidades.

Una persona deriva su inteligencia de dos posibles fuentes: del desarrollo biológico y neurológico, y de la interacción entre ella y su entorno (proceso de aprendizaje). Pero la inteligencia es una propiedad emergente de la sinapsis neuronal, es decir, del intercambio de información entre neuronas que puede generar conocimiento, el cual aplicado adecuadamente a la solución de problemas debe necesariamente maximizar la inteligencia; sin embargo el desconocimiento de aspectos teóricos y del entorno, provoca resultados contraproducentes, negativos, que llevaría a no actuar adecuadamente en los diferentes proyectos.

La educación del siglo XXI debe sustentarse en el empleo de paradigmas diferentes al reduccionista-positivista; esto no quiere decir que se deba eliminar, sino que otra es la estructuración del pensamiento que debe existir con el fin de que las personas adquieran competencias para que puedan comprender distintas situaciones como un todo, y de ellas distinguir los distintos componentes sin separarlos, además, de determinar las interrelaciones que producen propiedades emergentes, en especial entender la estructura, funcionalidad y organización de los sistemas complejos, que en sí podrían ser muchos más de los que se piensan que son.

El pensamiento inculcado obedece esencialmente a principios de disyunción, reducción y abstracción; aísla, unos de otros, a los objetos de conocimiento, por lo que hace difícil la aprehensión de la solidaridad, las interacciones e implicaciones mutuas que unen a estos objetos; privi-

legia el conocimiento de las unidades de base o de las partes que constituyen los sistemas, sin incitar a realizar el vaivén cognitivo de las partes al todo y del todo a las partes.

Se separan en diferentes disciplinas los fragmentos de conocimiento organizado para romper la forma de pensar. La hiperespecialización de los fenómenos, de los procesos, de los objetos solo deja ver una fragmentación arbitraria, no la realidad de los mismos, ni las características del entorno en que se desarrollan. La abstracción tiende a considerar fórmulas y modelos como la única representación de la realidad. Es decir, se alcanza una inteligencia ciega que aísla los objetos, los sustrae del entorno y desintegra los sistemas. De este modo, cada vez se es más ciego ante los fenómenos concretos, las realidades globales y los problemas fundamentales.

Sintetizar las características y principios de los pensamientos complejo y sistémico ha sido una experiencia intelectual gratificante en la que se ejercitó el pensamiento mediante redes, constelaciones y solidaridad de conceptos y en el que los procesos investigativos produjeron intercambios y polémicas, tanto internas (auto) como externas (eco) que enfrenta ese pensamiento reduccionista que se posee.

El pensamiento complejo está incorporándose lenta, pero intensamente, en diversos ámbitos del saber. Una de las razones es la mirada que permite explorar diversos sistemas y, por tanto, la comprensión de las dinámicas del comportamiento que poseen.

La puesta en práctica de este pensamiento ayuda a asumir una realidad constituida por tendencias que supone como necesario establecer y/o profundizar las relaciones de manera interdisciplinaria e intercontextual. El análisis se requiere pero aunque sea profundo limita el saber según la percepción del propio sujeto, y para ello, por lo general, se considera aisladamente en un ámbito específico, obstaculizando la creación de nuevas estructuras y articulaciones

dinámicas: un sistema aislado no se mantiene sano, no evoluciona, y tiende a desaparecer.

En este contexto, la incorporación de aspectos del pensamiento complejo ayuda a establecer un conocimiento sobre las incertidumbres que el mismo posee, así como las lógicas que lo confrontan y los límites en los cuales se puede solventar.

La incorporación de este pensamiento en la formación requiere sostener, crear y afianzar variados atractores que aporten el sentido que él provee. Pero no se trata solo de la posibilidad de interconectar cosas o aspectos de la realidad, se trata de la necesidad formal de aplicar las miradas y prácticas holográficas, recursivas y dialógicas tanto en la estructura de razonamiento utilizada, como en la dinámica del sistema considerado.

En concreto, es necesario, y no solamente deseable, que las relaciones entre las diversas disciplinas y saberes sean facilitadoras de profundización de vínculos cooperativos (no competitivos), propulsoras de nuevas conexiones con otras disciplinas y, finalmente, con la sociedad.

El pensamiento complejo difícilmente puede enseñarse en el marco del sistema de pensamiento dominante, y no podría instaurarse únicamente de forma institucional. La reforma de los principios/reglas que gobiernan los razonamientos y teorías es una tarea múltiple, que precisa la convergencia de esfuerzos todavía dispersos.

Pero, ante todo, hay que dejar claro que estas reflexiones que podrían cambiar los métodos de enseñanza actuales, son pensamientos que se unen a las intenciones prospectadas por Edgar Morín y Peter Senge. Aunque han habido cambios, son muchos los procesos que aún se basan en el pensamiento reduccionista, no solo por su forma, sino por la falta de interés de aproximarse al conocimiento desde perspectivas diferentes, razón por la cual no se ha podido profundizar en conceptos de varias disciplinas; es necesario

un proceso transdisciplinar para contextualizar saberes. La educación todavía no se orienta hacia este, se mantiene en lo disciplinar aunque en algunos procesos investigativos se trabaja inter y multidisciplinariamente; al no aplicarse en las aulas de clase el proceso de pensamiento no se estructura para comprender la realidad.

Hay que ser conscientes que el mundo es cambiante, complejo, de procesos no lineales; que las metodologías y técnicas en el proceso enseñanza-aprendizaje debe ser consecuente con la evolución del tiempo. Cada ser humano debe estar preparado para sumarse a este proceso de cambio y asumir su papel en cada uno de los niveles donde podrá participar para ser competente en la nueva sociedad que está dirigida, sin pensarlo, por las nuevas TIC, los contenidos están en la red de redes (www), y ellos son el eje del diario vivir, por tanto, deben ser incorporados de la mejor forma.

Se debe construir cada día el saber: el saber ser y el saber hacer. Lograr que se desarrollen de manera eficiente eleva la productividad y aumenta el retorno de inversión en capital humano. Se requiere de gestión de recursos humanos basada en competencias. El concepto de competencia nace y se desarrolla con el hombre, al enfrentar problemas y superar obstáculos, tanto el hombre de las cavernas y como el hombre de hoy tuvieron que poner en acción sus capacidades, sus habilidades y sus destrezas. Las competencias son procesos complejos de desempeños generales con idoneidad y ética que articulan saberes.

No se tienen las llaves que abran las puertas hacia un futuro mejor, no se conoce el camino trazado, según el poeta Machado, citado por Morin, el camino se hace al andar, pero en el mundo de hoy, es necesario "aprender a navegar en un océano de incertidumbres, a través de archipiélagos de certeza" (Morin, 2000b), y donde la globalización es parte permanente del querer ser.

# Conclusión

*Nada es imposible para el que verdaderamente desea algo,  
ningún lugar está lejos para seres con imaginación.*

*Richard Bach*

Este texto es el resultado del estudio de las concepciones de complejidad, lo sistémico, lo organizacional y el pensamiento complejo, entre otros. Sus principales lineamientos están centrados en sistemas, información, comunicación, conocimiento, cognición y otros elementos revisados brevemente. En este trabajo se plasman características del pensamiento complejo y del pensamiento sistémico así como de los sistemas complejos. Se dan sugerencias de cómo deben emplearse para la formación del ingeniero. Se genera una síntesis de los procesos de contextualización que se consideran más relevantes, la intención es permitirle al lector ensayar por sí mismo la aplicación de cada uno de los pensamientos para la comprensión total de los sistemas complejos; para el

tratamiento, formulación y solución de problemas; para el diálogo transdisciplinario y para la gestión del conocimiento de áreas diferentes a las de su especialización.

El pensamiento complejo y el pensamiento sistémico poseen un grado de abstracción y de dificultad que no hace fácil entender la terminología utilizada en ellos, es muy abstracta y formal, y por tratarse de una capacidad cognitiva del ser humano, muchos de los términos no pueden definirse concretamente; sin embargo, se han enunciado los conceptos más aproximados y se ha elaborado un léxico que ayudará a determinar cuál es el contexto con el cual se manifiestan las diferentes afirmaciones.

El hecho de que el pensamiento sistémico permita acercarse al conocimiento del comportamiento de un sistema como un todo, no quiere decir que su aplicación sea necesaria en todas las situaciones problemáticas que se presenten a la hora de emprender un proyecto, percibir un fenómeno. Esto requiere un conocimiento amplio y profundo de los temas que atañen al sistema en cuestión; en especial porque el comportamiento, funcionamiento y organización de un mismo sistema puede variar por el entorno y los actores.

Las perspectivas que ofrece el pensamiento complejo para comprender la complejidad de los sistemas, no solo se enfocan en conocer los comportamientos, propiedades emergentes o la organización, su énfasis se refleja más en la toma de conciencia planetaria del individuo cuyo fin es el mejoramiento y preservación del medio ambiente, aplicando a la vez sus principios que, en conjunto, lo lleven a ser una persona que soluciona problemas de una forma dialógica y recursiva organizacional.

La aplicación del pensamiento sistémico y el pensamiento complejo requiere una dosis considerable de reflexión, diálogo y ejercitación, antes de hallar los beneficios que enuncian las teorías. Se debe tener interés, tiempo y disposición para enfrentar las dificultades, puesto que tanto

uno como otro pensamiento no posee una argumentación tan contundente como ocurre en la matemática (o ciencias formales), puesto que por la generalidad del tema, el modo de proponerse y los argumentos que esboza parecieran algún tratado de filosofía o sociología. Esto sin menoscabar la estructura de conceptos que una u otra poseen.

Las limitaciones que presentan en su aplicación están fundamentadas en la reformulación y combinación de corrientes anteriores. Por ejemplo, no puede negarse que el pensamiento sistémico es una mejora de la teoría general de sistemas, toma aspectos de la cibernética, de la sociología compleja y de otras que esbozan aspectos esenciales para concebir los sistemas. Por su parte, el pensamiento complejo es la acumulación de saberes que provee la teoría general de sistemas, la teoría de la información, de la cibernética, de la psicología cognitiva y otros aportes dados por las Ciencias de la complejidad. Cada una tiene su sesgo que se aparta o se centra en la objetivación, el reduccionismo, la simplificación de los sistemas complejos, la construcción de modelos mecánicos, en especial para el tratamiento de sistemas sociales, económicos y ambientales, los cuales de por sí son complejos.<sup>66</sup>

---

<sup>66</sup> Cada sistema tiene sus fines y su modo particular de realizarlos, es parte de un sistema más amplio. Cada uno tiene su comportamiento hacia determinados objetivos y los cumple por medios y mecanismos propios de regulación para la conservación, el desarrollo o incluso hacia la extinción. En la cadena de la biosfera, el hombre forma parte de innumerables subsistemas (cultural, educativo, político, de la naturaleza, tecnológicos, etcétera). Con todos realiza intercambios para protegerse, lograr su supervivencia, y para realizar sus fines trascendentes, requiere del orden de los elementos de su ambiente (problemas diferentes se presentan para organismos diferentes. Estos necesitan mecanismos sensitivos para reaccionar conforme se percibe. Sin embargo, en especial los organismos complejos, necesitan amplios conocimientos para elegir entre las reacciones posibles, la capacidad de construir combinaciones creativas

Por todo lo anterior, también debe concebirse de forma amplia cómo estos pensamientos son herramientas en la formación del ingeniero, en especial por estar en la era de la información en que la mundialización de los mercados les exige a las empresas competitividad con calidad y, por tanto, el ingeniero debe poseer capacidades y habilidades, en particular competencias, para concebir de forma amplia los problemas que se presentan y bajo la aplicación de los pensamientos complejo y sistémico hallar las mejores alternativas para su solución de forma que estas sean de tipo global y no local.

Cabe preguntar si el pensamiento sistémico es suficiente para estudiar las interrelaciones, la complejidad de los sistemas sociales, de la realidad, de la comunicación. La respuesta no es simple, debe considerarse la ampliación de la teoría para distinguir elementos complejos, sin afirmar que para ello está la ciencia de la complejidad.

El problema del conocimiento, incompleto y con variadas incertidumbres, no puede quedar solo en manos de las ciencias cognitivas, debe ser resuelto por teorías sociales y de la comunicación, puesto que es estudiar el sistema de la percepción. Primero se percibe, se construye un esquema y luego se trasmite.

Las creencias en términos descriptivos, sin duda, producen retroalimentación. Es decir, un concepto se justifica para ocupar un lugar en las reflexiones, en el conocimiento.

---

de reacciones y la capacidad de planear con antelación para evitar situaciones desventajosas), así como necesita protegerlo, pues, como parte del todo, lo necesita para su supervivencia. Respecto a los sistemas sociales, el hombre es el eje principal, además de ser él mismo un sistema. En la conexión con los enmarañados sistemas, de la naturaleza o de la cultura, realiza innumerables intercambios para la satisfacción de sus necesidades, y especialmente realiza variados procesos de regulación, sea interna (autorregulación del sistema) sea externa (heterorregulación).

Al escribir estas líneas se observa que realmente se vive en la ignorancia, al pensar que se ejecutaban bien los procesos de enseñanza, aunque en muchos casos se proyectó una ampliación del pensamiento mediante la interrelación de teorías de distintas disciplinas. Se enuncian teorías creyendo que en una asignatura esto es lo máximo que se podría hacer. Pero el estudio del pensamiento complejo indicó que se debe reaprender a desempeñar la función como docente, hay que desaprender muchos conceptos que por la dinámica del conocimiento son obsoletos, cambiaron de valor de verdad o su aplicación es distinta y podría no tener validez en el contexto en que se vive.

# Bibliografía

- Andrade, H., Dyner I., *et al.* (2001). *Pensamiento sistémico. Diversidad en búsqueda de unidad*. 1ª ed., Colombia: Ediciones Universidad Industrial de Santander.
- Aracil, J. (1988). *Introducción a la dinámica de sistemas*. Alianza Universidad Textos, México.
- Aracil, J. (1986). *Máquinas, sistemas y modelos. Un ensayo sobre sistemática*. Tecnos, Madrid.
- Arsuaga, J., Martínez I. (2001). *La especie elegida*. Booket, España.
- Axelrod, R., Cohen M. (1999). *Harnessing Complexity*. The Free Press, New York.

- Axelrod, R. (1997). *The Complexity of Cooperation*. Princeton University Press, Princeton.
- Barabasi, A. (2002). *Linked: The New Science of Networks*. Perseus Books, Cambridge.
- Barratt, P. (1971). *Bases of Psychological Methods*. John Wiley and Sons Australia, Sydney.
- Bar-yam, Y. (1997). *Dynamics of Complex Systems*. Addison Wesley, England.
- Bateson, G. (2002). *Mind and Natural. A Necessary Unity*. E.P. Dutton, New York.
- Beck, U. (2002). *La sociedad de riesgo global*. Siglo XXI, Madrid.
- Bertalanffy, L. (1998). *Teoría general de los sistemas*. Fundamentos, desarrollo, aplicaciones. 3a ed., FCE, México.
- Boardman, J. y Sauser, B. (2008). *System Thinking*. Haboken, New Jersey, USA.
- Boisier, S. (2003). "Knowledge society, social knowledge, and territorial management". *Regional Development Studies* vol. 9, UNCRD, Nagoya, Japan.
- Boisier, S. (2002). *El lenguaje emergente en desarrollo territorial*. Policopiado, Santiago de Chile.
- Briggs, J. y Peat D. (1994). *Espejo y reflejo. Del orden al desorden*. 2a ed., Gedisa, España.
- Buckley, W. (1977). *La sociología y la teoría moderna de los sistemas*. Amorrortu, Buenos Aires.
- Byrne, D. (1998). *An Introduction Complexity Theory and the Social Sciences*. Routledge, London.
- Capra, F. (1985). *El punto crucial*. Integral, Barcelona.
- Carnap, R. (1967). *The Logical Structure of the World and Pseudoproblems in Philosophy*. University of California Press, Berkeley.
- Ciurana, E. (1997) *Edgar Morin. Introducción al pensamiento complejo*. Artículo de reflexión. Secretariado de comunicaciones e intercambio científico de la Universidad de Valladolid, Valladolid.

- Complexus grupo (2005). *Creatividad, innovación y complejidad*. Editores Gamma, Bogotá.
- Complexus grupo (2004). *Organizaciones para la creación. Un enfoque complejo. El caso de la Universidad Nacional de Colombia*, sede Bogotá. Siglo XXI Impresores Ltda., Bogotá.
- Davies, P. (1993). *La mente de Dios. La base científica para un mundo racional*. McGraw Hill, Madrid.
- Duane, W. (2009). *Model-Oriented System Engineering Science a Unifying Framework for Traditional and Complex System*. Mitre, Virginia, USA.
- Elizalde, A. (2003). *Desarrollo humano y ética para la sustentabilidad*. Univ. Bolivariana, Santiago.
- Erben, H. (1982). *¿Se extinguirá la raza humana?* Planeta, Barcelona
- Esteve, J. (2003). *La tercera revolución educativa. La educación en la sociedad del conocimiento*. Paidós, Barcelona.
- Feyerabend, P. (1982). *La ciencia en una sociedad libre*. Siglo XXI, Madrid.
- Fogelman, M. (ed.) (1991). *Les théories de la complexité*. Seuil, Paris.
- Forrester, J. (1961). *Industrial dynamics*. The MIT Press. Cambridge, Massachusetts.
- Francia, A. (1984). *Teoría general de los sistemas*. Librería Agropecuaria, Buenos Aires.
- Francois, C. (1986). *Enfoque sistémico en el estudio de las propiedades*. Cuadernos del GESI, Buenos Aires.
- Fried, D. (ed.) (1995). *Nuevos paradigmas: cultura y subjetividad*. Paidós, Buenos Aires.
- García, R. (2006). *Sistemas complejos. Concepto, métodos y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. Gedisa, España.
- García, R. (2000). *El conocimiento en la construcción de las formulaciones de Jean Piaget a la teoría de sistemas complejos*. 1ª ed., Gedisa, Barcelona.

- García Imaz, J. (2005). *Pensar sistémico. Una introducción al pensamiento sistémico*. Universidad Javeriana, Bogotá.
- Graubard, S. (comp.) (1993). *El nuevo debate sobre la inteligencia artificial. Sistemas simbólicos y redes neuronales*. Gedisa, Barcelona.
- Grimberg, M. (s.f.). *Edgar Morin y el pensamiento complejo*. [www.pensamientocomplejo.com.ar/docs/files/\\_mgrinberg\\_0803.pdf](http://www.pensamientocomplejo.com.ar/docs/files/_mgrinberg_0803.pdf), 19/05/10.
- Harré, R. (1979). *El ser social*. Alianza, Madrid.
- Heylighen, F. (1991). "Coping with complexity. Concepts and principles for a support system". *Systemica* 8, part 1.
- Herrscher, E. (2004). *Pensamiento sistémico*. Adelphi, Buenos Aires.
- Hogarth, R. (2002). *Educación la intuición. El desarrollo del sexto sentido*. Paidós Ibérica, Barcelona.
- Holland, J. (1996). *Hidden Order*. Perseus Books, Cambridge (Ma).
- Jaramillo Echeverri, L. (s.f.) *¿Qué es epistemología?* [www.moebio.uchile.cl/18/jaramillo1.htm](http://www.moebio.uchile.cl/18/jaramillo1.htm), 23/05/10.
- Johnson, S. (2001). *Emergence*. Simon & Schuster, New York.
- Jullien, F. (2001). *Du 'temps'. Elements d'une philosophie du vivre*. Grasset, París.
- Kadane, J. (2011). *Principles of Uncertainty*. Carnegie Mellon University, Pittsburg, Pensilvania, USA.
- Kastika, E. (2001). *Desorganización creativa. Organización innovadora*. Macchi, México.
- Khun, T. (2007). *La estructura de las revoluciones científicas*. 3ª ed., Fondo de Cultura Económica, México.
- Ladino Velázquez, A. *El pensamiento complejo como herramienta para nuevas propuestas de diseño en objetos de uso*. [www.palermo.edu/dyc/master/pdf/tesis.completas/36%20Ladino.pdf](http://www.palermo.edu/dyc/master/pdf/tesis.completas/36%20Ladino.pdf), 15/05/10.
- Le Moigne, J. (1990). *La modélisation des systèmes complexes*. Dunod, Paris.

- Lipman, M. (1997). *Pensamiento complejo y educación*. Ediciones La Torre, Madrid.
- Luhmann, N. (1997). *Sociedad y sistema: la ambición de la teoría*. Paidós, Barcelona, España.
- Maldonado, C., et al. (1999). *Visiones sobre la complejidad*. Colección “Filosofía y Ciencia”, vol. 1, Ediciones el Bosque, Bogotá.
- Manovich, L. (s.f.). *Abstraction & Complexity*. [www.manovich.net](http://www.manovich.net), 26/01/2012.
- Martínez Méguenes, M. (2001). “Necesidad de un nuevo paradigma epistémico”. *Revista AA. VV. Las ciencias sociales: Reflexiones de fin de siglo*. Fondo Editorial Trópikos, Comisión de Estudios de Postgrado, FACES, Univ. Central de Venezuela, Caracas.
- Martínez Méguenes, M. (2001a). “La excelencia en la docencia universitaria de hoy”. *Revista Polis*, volumen 1, número 1. Universidad Bolivariana, Santiago.
- Maturana, H. (1996). *La objetividad, un argumento para obligar*. Dolmen, Santiago de Chile.
- Maturana, H. (1990). *El árbol del conocimiento*. Debate, Santiago.
- Mifsud, T. (1981). *El pensamiento de Jean Piaget sobre la Psicología moral*. Presentación Crítica, Santiago.
- Monereo, C., Castelló, M., Clariana, M., Palma, M., & Pérez, M. (1995). *Estrategias de enseñanza y aprendizaje*. 2a ed., Graó, Barcelona.
- Monzo Marco, J. (s.f.). *El pensador sistémico*. Vol. I, artículos 1995-2005. [jmonzo.net/blogeps/eps1.pdf](http://jmonzo.net/blogeps/eps1.pdf), 20/01/2012.
- Morecroft, J. y Sterman, J. (1994). *Modeling for Learning Organizations*. Productivity Press, Cambridge.
- Moriello, S. *Cerebro, mente, cuerpo y entorno*. [www.pensamientocomplejo.com.ar/docs/files/Moriello\\_Cerebro-mente-cuerpo-entorno.pdf](http://www.pensamientocomplejo.com.ar/docs/files/Moriello_Cerebro-mente-cuerpo-entorno.pdf), 24/03/10.

- Morin, E. (2005). *Introducción al pensamiento complejo*. 8ª reimp., Gedisa, Barcelona.
- Morin, E. (2002). *El método II. La vida de la vida*. 5ª ed., Cátedra-Teorema, Madrid.
- Morin, E. (2001). *El método V. La humanidad de la humanidad*. 3ª ed., Cátedra-Teorema, Madrid.
- Morin, E. (2001a). *El método IV. Las ideas*. 5ª ed., Cátedra-Teorema, Madrid.
- Morin, E. (2000). *El método I. La naturaleza de la naturaleza*. 4ª ed., Cátedra-Teorema, Madrid.
- Morin, E. (2000a). *El paradigma perdido. Ensayo de bioantropología*. 6ª ed., Kairós, Barcelona.
- Morin, E. (2000b). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. 3ª reimp., Ministerio de Educación Nacional, Bogotá.
- Morin, E. (1999). *El método III. El conocimiento del conocimiento*. 3ª ed., Cátedra-Teorema, Madrid.
- Morin, E., et al. (1998). *Educación en la era planetaria. El pensamiento complejo como método de aprendizaje en el error y la incertidumbre humana*. Ediciones Cátedra, Madrid.
- Morin, E. (1997). *Ciencia con conciencia*. 3ª ed., Anthropos, Barcelona.
- Morin, E. (1995). *Sociología*. Tecnos, Madrid.
- Morin, E. (1995a). "Epistemología de la complejidad". En FRIED Dora (edit). *Nuevos paradigmas: cultura y subjetividad*. págs. 421-453, Paidós, Buenos Aires.
- Morin, E. (1993). *Tierra y patria*. Kairos, Barcelona.
- Murray, Gell-Mann (1995). *El quark y el jaguar. Aventuras en lo simple y lo complejo*. Tusquets Editores, Barcelona.
- Navarro, P. (1994). *El holograma social. Una ontología de la socialidad humana*. Siglo XXI, Madrid.
- Nicolis, G. y Prigogine, I. (1994). *La estructura de lo complejo*. Alianza Universidad. Madrid.
- Novo, M. (2004). "La complementariedad ciencia-arte para la construcción de un discurso ambiental integrado".

- Revista Polis*, Número 7, 2004. Universidad Bolivariana, Santiago.
- O'connor, J. y Mcdermott, I. (2002). *Introducción al pensamiento sistémico*. 3ª ed., Ediciones Urano, Barcelona.
- Pascale, R., Millemann, M. y Gioja L. (2000). *Surfing. The Edge of Chaos*. Crown Business, New York.
- Peñalver, L. R. (s.f.) *Transdisciplina y pensamiento complejo en la educación básica*. [www.rieoei.org/deloslectores/688Penalver.pdf](http://www.rieoei.org/deloslectores/688Penalver.pdf), 29/04/11.
- Pozzoli, M. (2001). *Complexus: Psicología, Ciencias de la salud y cambio cultural*. LOM Ediciones, Santiago.
- Pozzoli, M. (s.f.). *El trato amable del sujeto complejo*. [www.revistababel.cl/dossier4.htm](http://www.revistababel.cl/dossier4.htm), 17/09/11.
- Prigogine, I. (1993). *¿Tan solo una ilusión? Una exploración del caos al orden*. Metatemas 3, Tusquets, Barcelona.
- Prigogine, I. y Stengers, I. (1986). *Order out of Chaos. Man's new Dialogue with Nature*. Fontana Paperbacks, Londres.
- Quine, W. V. (1974). *La relatividad ontológica y otros ensayos*. Tecnos, Madrid.
- Rabossi, E. (comp.) (1995). *Filosofía de la mente y ciencia cognitiva*. Paidós Básica. Barcelona, España.
- Rebellato, J. L. (2000). *La reflexión ética ante lo privado. Globalización educativo-cultural. Educación popular y construcción de la esperanza, Ética de la liberación*, in memoriam. Nordan, Uruguay.
- Reynoso, C. (s.f.). *Edgar Morin y la complejidad. Elementos para una crítica*. [txtantropologia.files.wordpress.com/2007/10/carlos-reynoso-edgar-morin-y-la-complejidad-2007.pdf](http://txtantropologia.files.wordpress.com/2007/10/carlos-reynoso-edgar-morin-y-la-complejidad-2007.pdf), 18/06/10.
- Rivière, A. (1991). *Objetos con mente*. Alianza Editorial, Madrid.
- Romero Griego, M. *Educación, ética y pensamiento complejo*. En [galeon.com/cmpf/XIXColoquio/GriegoXIX.pdf](http://galeon.com/cmpf/XIXColoquio/GriegoXIX.pdf), 16/05/11.

- Rozo, J. (1994). *Sistémica y pensamiento complejo*. Epígrafe, Madrid.
- Schumacher, R. (1983). *Lo pequeño es hermoso*. Orbis, Madrid.
- Searle, J. (1997). *La construcción de la realidad social*. 1ª ed., Paidós Ibérica, Barcelona.
- Senge, P., et al. (2002). *La quinta disciplina en la práctica*. 3ª ed., Granica, Argentina.
- Silva, I. (2003). *Disparidades, competitividad territorial y desarrollo local y regional en América Latina*. ILPES/CEPAL, Serie Gestión Pública, Santiago de Chile.
- Simmies, J. (1997). "Innovation, Networks and Learning Regions?" *Regional Policy and Development*, nº 18, RSA, J. Kingsley Publishers, London.
- Stacey, R. (1996). *Complexity and Creativity in Organizations*. Berret-Koelher Publisher, San Francisco.
- Sterman, J. D. (2000). *System dynamics modeling for project management*. Sloan School of Management, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge.
- Torres S., L.C. (2010). "Conocimiento en red. El pensamiento complejo". En COMPLEXUS Grupo. *Redes*. Contacto Gráfico Ltda., Bogotá; pp. 51-66.
- Torres S., L.C. (2009). "Gestión del conocimiento". En COMPLEXUS Grupo. *Gestión del conocimiento. Grupos de investigación*. Contacto Gráfico Ltda., Bogotá; pp. 65-101.
- Torres S., L.C. (2008). "Redes del conocimiento". En COMPLEXUS Grupo. *Redes y Emergencias*. Contacto Gráfico Ltda., Bogotá; pp. 65-86.
- Torres S., L.C. (2008a). "Lo complejo del ser humano". En COMPLEXUS Grupo. *Redes y emergencias*. Contacto Gráfico Ltda., Bogotá; pp. 99-107.
- Torres S., L.C. (2007). "De la creatividad a la complejidad". En: MALDONADO Carlos Eduardo (ed.), *Complejidad: ciencia, pensamiento y aplicación*. Universidad Externado de Colombia, Bogotá; pp. 149-162.

- Torres S., L.C. (2007a). "El pensamiento complejo". En Facultad de Artes. *Complexus. Día de la Complejidad*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá; pp. 10-22.
- Torres S., L.C. (2007b). *Complejidad. Aspectos varios*. Unidad de Publicaciones, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Torres S., L.C. (2005). "Sistemas complejos". En: COMPLEXUS Grupo. *Creatividad, innovación y complejidad*. Editores Gamma, Bogotá.
- Torres S., L.C. (2005a). "Complejidad y creatividad". En: COMPLEXUS Grupo. *Creatividad, innovación y complejidad*. Editores Gamma, Bogotá.
- Torres S., L.C. (2003). "La complejidad de la vida". En: MORALES BARRERO María Carolina, MELLIZO ROJAS Wilson F. (eds.) (2004). *Calidad de vida. Enfoques, perspectivas y aplicaciones de concepto*. Unibiblos, Bogotá.
- Uribe Sánchez, J. (s.f.). *El pensamiento complejo de Edgar Morin, una posible solución a nuestro acontecer político, social y económico*. redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/676/67612145012.pdf, 19/11/10.
- Varela, F. (1990). *Conocer. Las ciencias cognitivas: tendencias y perspectivas*. Gedisa, Barcelona.
- Varela, F. (1996). *Ética y acción. Conferencias italianas dictadas en la Universidad de Bolonia*. Dolmen, Santiago de Chile.
- Varela, F. (2000). *El fenómeno de la vida*. Dolmen, Santiago de Chile.
- Varela, F. y Hayward, J. (1997). *Un puente para dos miradas. Conversaciones con el Dalai Lama sobre las ciencias de la mente*. Dolmen, Santiago de Chile.
- Wagensberg, J. (1998). *Ideas sobre la complejidad del mundo*. Metatemas 9, Tusquets, Barcelona.

- Wagensberg, J. y Jordi, A. (ed.) (1998). *El progreso, ¿un concepto acabado o emergente?* Metatemas 52, Tusquets Editores, Barcelona.
- Waldrop, M. M. (1992). *Complexity: The Emerging Science at the Edge of Order and Chaos*. Simon & Schuster, New York.
- Wertheimer, M. (1991). *El pensamiento productivo*. Ediciones Paidós Ibérica; Barcelona.
- Wolfram, S. (2002). *A New Kind of Science*. 1ª ed., Wolfram. New York.

## **Siete saberes necesarios para la educación del futuro** **Síntesis del texto de Edgar Morín (2000b)**

Los siete saberes necesarios para la educación del futuro propuestos por Morín se resumen a continuación con el fin de resaltar la importancia que tienen para la formación del ingeniero.

1. *Cegueras del conocimiento.*  
El conocimiento humano se comporta de forma poco predecible, lo cual ha llevado al error y a la ilusión. Existen errores de todo tipo: mentales, intelectuales, razonamientos que en muchas situaciones no permiten distinguir lo real de lo imaginario. Es decir, siempre se está expuesto a los errores de percepción de la realidad, del entorno, de los procesos internos. La educación para un futuro debe basarse en la cons-

trucción de tareas que deben iniciar cuanto antes, para determinar las posibilidades de los errores en el proceso de gestión del conocimiento y trabajar por desarrollar un pensamiento que tenga amplias capacidades para la reflexión, la crítica, que sea abierto y permita la detección de los errores, que posibilite la búsqueda de la verdad, en toda su complejidad, y que enseñe a convivir con las ideas que podrían estar en contradicción.

2. *Conocimiento pertinente.*

En el mar infinito de información al que se puede acceder gracias a las TIC en este mundo globalizado, se requiere plantear problemas complejos, modelos de conceptos, realizar relaciones dialógicas entre las partes y el todo. Se debe tener una estructura cognitiva que permita unir el conocimiento para que sea pertinente en el contexto al cual se quiere aplicar, no seguir fragmentándolo ni establecer disyunciones que excluyan aspectos que a la postre son necesarios para comprender en su totalidad el sistema (fenómeno, situación, etc.), que se entienda que no se puede realizar la separación sujeto/objeto, materia/espíritu, cantidad/cualidad, razón/ilusión, continuo/discontinuo, concreto/abstracto, conciencia/inconciencia, orden/desorden, norte/sur, ciencia/filosofía, real/imaginario, entre muchas confluencias que existen. La educación del futuro debe favorecer la abstracción, formulación y solución de problemas esenciales, la síntesis y reflexión de la información, la potenciación de la creatividad y las actividades lectoescritoras en el individuo para una mejor comunicación.

3. *Enseñar la condición humana.*

Así como se conoce la cultura se debe reconocer la humanidad. En lo biológico todos son iguales, surgen diferencias a partir de lo cultural, lo intelectual, lo económico, pero aun así se posee una humanidad diversa que deberíamos conocer. Se comparte el mismo planeta, que debe conservarse para futuras generaciones. Se vive en el mismo universo que es autoorganizador de las dinámicas entre el orden y el desorden. El destino depende de lo que le suceda al universo. Se es especie/sociedad/individuo, razón/afecto, mente/cerebro, en fin un conjunto de relaciones simultáneas.

4. *Enfrentar las incertidumbres.*

El conocimiento que ha ido adquiriéndose está lleno de incertidumbres, porque el pensamiento reduccionista solo ha visualizado orden, certezas, determinismo, pero se ha observado que también hay desorden, regresiones, incertidumbres en variedad de fenómenos; entonces se detecta que no todo es lineal, que existen atajos para llegar a una meta, que las tormentas y agitaciones son comunes; luego todo sistema (organización) es fruto de organización/desorganización, orden/desorden y otros estados que conviven.

| 191 |

5. *Enseñar la comprensión.*

Son variados los conflictos que surgen y que se deben enfrentar a diario. Las tecnologías se introducen en diferentes labores del ser humano y hay que alfabetizarnos en ellas. Las redes nos envuelven para entablar una comunicación con diferentes personas en distintos lugares del mundo, pero eso no indica que exista una total comprensión. Hay que aprender a abrazar a los demás, a desarrollar una empatía para

la protección. La incomprensión está presente en la mente, en unos con mayor fuerza que en otros. La educación del futuro debería buscar que esta llegue a niveles mínimos y esto lleve a construir otras concepciones del entorno.

6. *Enseñar la identidad terrena.*

Existen muchas teorías sobre cómo surgió la vida en la Tierra, cada una con validez propia, se debe reconocer su surgimiento y desarrollo: la historia del ser humano, su evolución, las dinámicas que han existido para llegar a este tiempo. Esta necesidad de conocimiento se basa en el origen de la especie y las características biológicas compartidas; sin embargo, la modernidad, la tecnología, la comunicación debe llevar a ser un todo, a comprender en su totalidad la cultura y a aprender a proteger la identidad en la Tierra.

| 192 |

7. *Enseñar la ética.*

A pesar de que parece no existir ética alguna, existen elementos que son inseparables en las distintas dimensiones en que se mueve el ser humano. Hay una relación dialógica compleja y siempre debe considerarse la complementariedad que existe entre términos que en principio se ven antagónicos. La ética debe estar presente como esencia del ser humano, es parte de la conciencia y lleva a respetarse a sí mismo, a los demás, al medio ambiente, en pro de toda la diversidad planetaria y desarrollar la solidaridad, la comprensión y un conocimiento para la libertad del mismo ser.

# Índice analítico

## A

Aprendizaje, 8, 23, 27, 43, 44, 49, 55, 57, 59, 68, 85, 103, 130, 139, 141, 156, 157, 158, 159, 162, 170, 203, 206

## C

Competencia, 11, 16, 34, 45, 47, 48, 49, 55, 158, 161, 168, 170, 173, 177, 208

Complejidad, 7, 8, 11, 15, 16, 17, 18, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 35, 44, 46, 51, 57, 59, 64, 65, 66, 71, 76, 78, 82, 84, 86, 95, 96, 99, 100, 101, 106, 121, 124, 131, 133, 142, 144, 145, 148, 160, 163, 165, 174, 175, 176, 177, 190, 201

Comunicación, 11, 15, 35, 37, 55, 71, 93, 94, 99, 100, 101, 103, 109, 174, 177, 190, 191, 192

Concepción holista, 8

Conciencia planetaria, 16, 17, 18, 23, 40, 41, 42, 55, 56, 58, 60, 146, 162, 163, 175

Conocimiento, 8, 9, 10, 11, 14, 15, 16, 17, 18, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 30, 34, 36, 37, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 52, 55, 58, 60, 61, 62, 63, 65, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 74, 78, 83, 86, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 98, 99, 100, 101, 105, 106, 107, 112, 121, 122, 124, 125, 126, 127, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 155, 156, 157, 158, 159, 161, 162, 164, 170, 171, 172, 174, 175, 177, 178, 189, 190, 191, 192, 201, 202, 203, 204, 206

Contexto, 7, 17, 23, 24, 25, 26, 30, 44, 49, 52, 59, 67, 68, 71, 83, 84, 86, 89, 101, 112, 118, 122, 126, 131, 138, 140, 145, 164, 165, 172, 175, 178, 190, 202, 206

## **D**

Dinámica, 8, 9, 11, 14, 16, 24, 26, 27, 30, 34, 35, 37, 47, 50, 53, 57, 58, 66, 69, 75, 84, 86, 88, 93, 94, 101, 102, 103, 104, 107, 108, 109, 117, 118, 119, 124, 125, 132, 143, 161, 162, 171, 172, 178, 191, 192, 201

Disciplinariedad, 135, 143, 145

## **E**

Ecosistema, 34, 41, 42, 43, 45, 50, 56, 65, 118, 123, 141, 208

Educación, 8, 9, 15, 16, 17, 22, 26, 34, 38, 40, 42, 43, 45, 55, 66, 130, 138, 139, 145, 146, 147, 148, 152, 154, 155, 156, 157, 159, 160, 162, 163, 165, 168, 170, 173, 189, 190, 192, 203

Entorno, 7, 8, 9, 11, 16, 17, 24, 25, 26, 28, 29, 36, 41, 45, 48, 49, 54, 63, 71, 75, 76, 77, 78, 82, 84, 85, 88, 92, 93, 96, 97, 98, 100, 101, 104, 105, 108, 109, 118, 119, 123, 126, 143, 145, 154, 164, 165, 170, 171, 175, 189, 192, 203, 209

Estructura, 14, 16, 27, 28, 35, 37, 38, 39, 41, 46, 47, 51, 55, 56, 57, 59, 69, 74, 75, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 93, 95, 96, 102, 104, 105, 107, 108, 111, 118, 119, 123, 125, 126, 127, 140, 146, 165, 171, 172, 173, 200, 201, 207, 208

## **G**

Globalización, 11, 14, 24, 26, 34, 43, 44, 122, 145, 169, 173

## **H**

Hiperespecialización, 143, 171

Homo faber, 160

## **I**

Incertidumbre, 10, 24, 26, 30, 35, 37, 46, 47, 55, 57, 61, 64, 65, 66, 67, 68, 101, 105, 118, 120, 127, 133, 148, 172, 173, 177, 191

Ingeniero, 15, 94, 108, 121, 150, 153, 162, 163, 165, 169, 174, 177, 189

Intercontextual, 171

Interdisciplinariedad, 78, 122, 123, 135, 136, 139, 206

## **M**

Metacognición, 40, 47, 48, 60, 155, 158, 162, 165, 206

Método, 8, 16, 44, 62, 65, 66, 67, 68, 69, 75, 83, 85, 87, 90, 94, 102, 11, 121, 122, 133, 136, 137, 138, 153, 154, 156, 159, 204, 206

Multidisciplinariedad, 135, 143, 147, 206

## **O**

Objeto, 15, 23, 26, 47, 53, 60, 65, 87, 88, 90, 92, 98, 99, 103, 105, 107, 112, 122, 123, 125, 126, 131, 132, 133, 135, 136, 137, 139, 140, 142, 143, 145, 170, 171, 190, 201, 203, 204, 205, 207, 208

## **P**

Palanca cognitiva, 109

Paradigma, 16, 30, 35, 37, 38, 45, 46, 50, 51, 53, 55, 57, 59, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 73, 84, 88, 90, 140, 142, 146, 154, 161, 170, 207

Paradigma de la simplicidad, 63, 73

Pensamiento complejo, 8, 15, 16, 17, 18, 20, 30, 31, 32, 35, 40, 41, 47, 49, 50, 51, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 65, 66, 67,

68, 69, 70, 75, 76, 77, 78, 94, 119, 120, 146, 160, 163, 164,  
165, 171, 172, 174, 175, 176, 178  
Pensamiento ecológico, 42  
Pensamiento reduccionista, 8, 15, 38, 44, 45, 55, 171, 172, 191  
Pensamiento sistémico, 7, 8, 16, 17, 18, 30, 31, 64, 65, 75,  
80, 83, 84, 85, 87, 88, 89, 90, 91, 93, 94, 108, 163, 164, 165,  
174, 175, 176, 177  
Principio de autonomía e independencia, 71  
Principio de recursividad, 71  
Principio de reintroducción del cognoscente  
    en todo conocimiento, 74  
Principio de retroactividad, 71  
Principio dialógico, 72, 73  
Principio hologramático, 69, 205  
Principio sistémico u organizacional, 69  
Proceso cognitivo, 47, 51  
Proceso de enseñanza-aprendizaje, 18, 47, 169

| 196 |

## **R**

Realidad, 9, 11, 15, 18, 23, 37, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48,  
50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67,  
68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 84, 89, 93, 95, 96, 97, 98, 99, 101,  
102, 103, 105, 106, 110, 122, 124, 125, 126, 12, 133, 134,  
136, 137, 140, 142, 143, 144, 145, 146, 154, 155, 157, 158,  
160, 161, 162, 164, 169, 171, 172, 173, 177, 189, 206, 207  
Reduccionismo, 29, 30, 63, 64, 66, 135, 143, 144, 176  
Reflexión, 8, 16, 25, 34, 39, 40, 44, 45, 46, 49, 51, 52, 53, 54,  
55, 56, 57, 60, 61, 86, 87, 91, 93, 99, 106, 111, 120, 131, 134,  
142, 152, 153, 155, 157, 158, 159, 161, 162, 166, 169, 172,  
178, 190, 200, 204, 207  
Retroalimentación, 24, 68, 71, 86, 108, 139, 178  
Ruptura epistemológica, 132, 137

## S

Sistema, 8, 11, 17, 18, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 34, 36, 37, 41, 46, 51, 57, 58, 59, 66, 77, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 91, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 107, 108, 109, 110, 112, 114, 116, 117, 118, 119, 121, 122, 123, 124, 125, 136, 137, 140, 143, 147, 152, 154, 157, 159, 160, 164, 165, 168, 171, 172, 174, 175, 176, 177, 190, 191, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209

Sistema complejo, 18, 36, 66, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 124, 125, 168, 205, 208

Sociedad, 7, 8, 11, 1, 17, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 30, 36, 37, 41, 43, 45, 46, 47, 50, 52, 54, 55, 56, 59, 62, 65, 71, 72, 73, 77, 99, 100, 105, 120, 121, 125, 141, 142, 145, 147, 154, 155, 156, 158, 161, 164, 168, 169, 170, 172, 173, 191, 203

Subjetividad, 39, 55, 132, 142

Sujeto, 9, 17, 26, 36, 40, 42, 45, 46, 47, 49, 50, 51, 52, 53, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 63, 64, 65, 74, 83, 107, 119, 131, 132, 133, 135, 136, 137, 140, 142, 145, 152, 164, 168, 169, 171, 190, 201, 109

| 197 |

## T

Teoría de sistemas, 23, 82, 84, 88, 93, 94, 95, 96, 98, 99, 105

Teoría general de sistemas, 83, 87, 103, 107, 176

Transdisciplinariedad, 17, 18, 35, 48, 65, 91, 103, 121, 123, 128, 131, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 165

# Índice onomástico

## **A**

Aracil, 83, 104, 117

## **B**

Bach, 174

Barratt, 99

Bateson, 93, 120

Boardman, 84

## **C**

Capra, 90

Carnap, 95

Comte, 44

## **D**

Da Vinci, 63

Descartes, 131, 136, 165

## **E**

Einstein, 130

## **F**

Ferrier, 95

Forrester, 85, 102, 103, 104

Francia, 86

Freire, 116

Fried, 58

## **J**

Jaramillo, 119

## **K**

Kadane, 93

Kahn, 93

Katz, 93

Kepler, 63

Kuhn, 35

| 199 |

## **L**

Luhmann, 94, 99, 100

## **M**

Machado, 173

Maldonado, 125

Manovich, 88

Maturana, 86, 93, 96, 98, 100

McDermott, 85

Moebio, 73

Monzo, 92, 93

Morin, 16, 35, 40, 41, 43, 45, 50, 51, 53, 57, 58, 65, 67, 68, 69, 70, 71, 94, 96, 106, 117, 120, 146, 163, 164, 165, 172, 173, 189

## **N**

Newton, 63, 165

Nicolescu, 134, 146

Novo, 51

## **O**

O'Connor, 85

## **P**

Peñalver, 42

Piaget, 119

Pozzoli, 49, 53, 54, 56, 61

Prigogine, 57, 86, 117

| 200 |

## **Q**

Quine, 97

## **R**

Rappaport, 93

Reynoso, 117

Rozo, 121

## **S**

Senge, 83, 85, 93, 172

Shannon, 93

Stacey, 51

Sterman, 84

## **T**

Torres, 53, 96

## **U**

Uribe, 73

## **V**

Varela, 96

von Bertalanffy, 88

von Foerster, 93, 97

von Oech, 31

## **W**

Watzlawick, 93

Weaver, 93

Wertheimer, 96

Wiener, 93

Wolfran, 41

## **Z**

Zadeh, 125

Zeller, 95

# Glosario

*Algoritmo:* conjunto de sentencias que indican operaciones por realizar mediante las cuales se obtendrá un resultado.

*Ambivalencia:* propiedad de unir dos valores contrarios.

*Autoorganización:* capacidad de un sistema a partir de determinado umbral de agitación para mantener su estructura coherente y disipar energía constantemente.

*Axiología:* reflexión sobre los valores; estudio de axiomas; afirmación y justificación de un sistema de valores.

*Cibernética*: ciencia y técnica de los sistemas para programar la autorregulación a los procesos de recepción y tratamiento de información, y los bucles de retroacción.

*Cógito*: pensamiento que emerge de las operaciones computantes de la máquina cerebral, pero que no puede reducirse a ellas.

La cogitación se formula por el lenguaje, que permite al cogitador tratar no solo lo que es anterior al lenguaje (la acción, la percepción, el recuerdo, el sueño), sino también lo que depende del lenguaje mismo, los discursos, las ideas, los problemas. La cogitación se desarrolla a partir de la computación en un nuevo nivel de organización (Morin, 2002).

*Complejidad*: imprevisibilidad potencial de comportamiento de un sistema que suscita fenómenos de emergencias, algunas inteligibles y no necesariamente previsibles. 2// Tejido (complexus: lo que está tejido en conjunto) de constituyentes heterogéneos inseparablemente asociados. 3// Paradoja de aquello que no está ni completamente ordenado, ni completamente desordenado, sino que está haciéndose y como parte de esa dinámica de relaciones muestra una coexistencia del orden y del desorden (Morin, 2005).

| 203 |

*Complejo*: sistema (objeto, situación, problema) que posee componentes, interacciones entre ellos y propiedades emergentes de carácter inteligible a la visión de un sujeto.

*Complicado*: sistema, objeto o fenómeno que posee procesos o estructuras que no son entendibles a cualquier sujeto.

*Cómputo*: actividad de carácter cognitivo (productora de conocimiento). Computación, del latín *computatio*, significa

acción de comparar, confrontar, comprender. Opera sobre signos que separa y/o religa; comporta una instancia informacional, una instancia simbólica, una instancia de la memoria, una instancia logicial (Morin, 1999).

*Conocimiento:* saber que posee un adecuado grado de aceptación dentro de una comunidad. 2// Significados que se determinan de carácter universal.

*Contexto:* conjunto de elementos exógenos al sistema que comparten conocimiento con este y sobre los cuales no posee el mínimo control. 2// Sistemas con los que interactúa un sistema. Sistema dentro del cual se considera una situación.

*Dato:* hecho o conjunto de hechos a los cuales no se les provee significado.

*Decisión:* actividad del espíritu y la conciencia para seleccionar una estrategia, alternativa o proceso.

*Desorden:* conjunto de agitaciones, dispersiones, turbulencias, colisiones, irregularidades, inestabilidades, accidentes, ruidos que ocurren en una organización o sistema.

*Dialéctica:* proceso de pensamiento que consiste en una confrontación de opiniones, de aserciones, ideas o tesis lógicamente contrarias o contradictorias, estableciendo relaciones de complementariedad, de unidad o de identidad.

*Dialógica:* unidad compleja con más de una lógica, entidades o instancias complementarias, concurrentes

y antagonistas que se alimentan la una a la otra; se complementan, pero también se oponen y combaten (Morin, 2001).

*Difuso*: objeto o sistema que no posee límites bien definidos.

*Educación*: resultado de procesos de enseñanza aprendizaje y que permiten al ser humano aplicar el conocimiento recibido, así como adquirir valores y actitudes para su desarrollo en la sociedad.

*Efectividad*: cualidad de adecuación entre lo que se hace y lo que se habría de hacer.

*Eficacia*: cualidad de adecuación entre lo que se hace o produce y la utilización por lo hecho.

*Emergencia*: propiedad o cualidad surgida de la organización de elementos o constituyentes diversos asociados en un todo, no deducibles a partir de las cualidades o propiedades de los constituyentes aislados e irreducibles a estos constituyentes (Morin, 2001).

| 205 |

*Endógeno*: designación de cualidades del interior (auto) de un objeto, de un organismo, sistema o estudio.

*Entidad*: la esencia de un género o de una categoría de objetos concretos.

*Entorno*: conjunto de componentes exógenos a un sistema y sobre los cuales puede tener algún control.

*Entropía*: tendencia al estado de desorden molecular donde la energía no es más utilizable para realizar un trabajo.

*Epistemología:* reflexión crítica sobre el conocimiento, teorías de la ciencia, sobre las condiciones de posibilidad y de desarrollo, sus principios y sus reglas de método, sus límites.

*Estrategia:* plan de operaciones necesarias a fin de conseguir un objetivo.

*Evolución:* transformación gradual de un sistema en el tiempo. Esto no excluye fenómenos e involucra a los sistemas vivos o de animación.

Las características temporales de un fenómeno sirven para la inscripción espacial de él. La evolución provoca dos tipos de transformaciones: las discontinuas como las mutaciones o cambios de fases, las cuales son imprevisibles dentro de los resultados que se dan; y las continuas, que siempre son conocidas y pueden determinarse cuándo sucederán. La teoría de las bifurcaciones proyecta que se realicen por lo menos dos concepciones.

*Exógeno:* el exterior (eco) de una situación u objeto, de un organismo, de un sistema.

*Frontera:* límite o línea natural, observada dentro de un espacio geográfico. La frontera es algo convencional, caracteriza una separación entre dos dominios (concretos o abstractos) muy diferentes.

El uso de la frontera lleva a dos interpretaciones. Uno de tipo subjetivo, que le da la persona para distinguir interior y exterior, el otro, de tipo sistémico que designa un proyecto por modelizar.

*Genoma*: ensamble de cromosomas que determinan los genes que comandan la organización hereditaria de un organismo vivo o de una especie (el genotipo).

*Grafo*: ensamble de nodos y enlaces que representan las interacciones entre objetos (componentes) de una situación o sistema.

*Holística*: manera de considerar globalmente una totalidad que debe considerar un ensamblaje de partes.

*Hologramía*: hace referencia al holograma, donde se produce una relación parte/todo donde la parte está en el todo y el todo está en la parte.

Un holograma es una imagen en la que cada punto contiene la casi totalidad de la información sobre el objeto representado. El principio hologramático refrenda la paradoja de ciertos sistemas donde no solo la parte está en el todo sino que el todo está en la parte. La relación parte/todo salta todas las barreras de las clasificaciones humanas para situarse en la médula del proceso creativo inherente al sistema complejo que se autocrea, se autorregula, y establece tramas informacionales programadoras y autorreguladoras (Morin, 2001).

| 207 |

*Homeostasis*: capacidad de un organismo vivo para mantener sus variables internas (auto) dentro de ciertos estados, pese a las variaciones que provoca el exterior (eco).

*Información*: informarse, acción de comprender un mensaje recibido. 2// Significado que se le da a un conjunto de datos (mensaje).

*Inteligencia:* propiedad emergente que sucede en un ser para solucionar problemas en un contexto y determinar las características pertinentes para aprender a vivir en él.

*Interdisciplinariedad:* transferencia de métodos de una disciplina a otra.

*Macrosistema:* sistema de orden mayor donde sus componentes son sistemas.

*Metacognición:* el conocimiento y la regulación del proceso de gestión del conocimiento y los procesos mentales que lo acompañan. 2// Capacidad de estudiar el conocimiento y los mecanismos responsables de procesos para la gestión del conocimiento.

*Método:* una experiencia, un aprendizaje que posee continuo cambio, una continua búsqueda para la comprensión de la realidad.

*Modelo:* imitación o simbolización de un sistema o situación.

*Modelización<sup>1</sup>:* operación por la cual se establece un modelo de un fenómeno, que es una representación interpretable y reproducible del fenómeno.

*Multidisciplinariedad:* concatenación de métodos de diferentes disciplinas para formular, observar y plantear alternativas de solución a problemas o fenómenos.

---

1 Se toma este término y no el de modelación por tener de referente a la acción de modelizar un sistema. Modelar es la acción que se realiza en las pasarelas.

*Neguentropía*: literalmente, entropía negativa. Evolución de un sistema para transformación de energía dentro de procesos entrópicos. 2// Tendencia de una organización por oposición a la entropía que lleva a la desorganización.

*Orden*: estado de un sistema en que las irregularidades, inestabilidades o ruidos que ocurren son poco visibles.

*Organización*: resultado de la acción de organizar y de ser organizado. 2// Propiedad de un sistema para mantener su estructura, para realizar y producir.

*Paradigma*: manera de concebir los fenómenos por analogía con un objeto técnico, o los conceptos o enunciados teóricos trasladados por analogía de una disciplina a otra.

*Pensamiento*: resultado de los procesos mentales (cogitar) sobre características de un objeto.

| 209 |

*Pensar*: etimológicamente proviene de *pensare* que significa pesar, calcular, evaluar. Términos coincidentes con la funcionalidad de “pesar” (en una balanza) el esfuerzo-rendimiento, “calcular”, realizar operaciones sin cometer errores y “evaluar” (re-pensar) realizar un proceso reflexivo. 2// Examinar con cuidado una cosa para dar un dictamen.

*Pensar supone otras acepciones*: imaginar, considerar, discurrir. “Imaginar” es poner una imagen en la mente, es representar una realidad; “considerar” sería representar objetos y; “discurrir” es especificar las aplicaciones y relaciones de algo, es reflexionar. Pensar, desde la perspectiva de la creatividad, se entiende como el proceso mental que evalúa y pone a prueba una idea, la aplica y relaciona.

*Planeta:* conjunto de ecosistemas, comunidades y procesos que facilitan la vida del ser humano y de todo ser vivo, incluso el ecosistema.

*Praxis:* conjunto de las actividades que efectúan producciones, transformaciones y resultados a partir de cierta competencia (Morin, 2000).

*Problemática:* ensamble de cuestionamientos hechos sobre objetos o fenómenos que requieren un estudio y responde a hipótesis por medio de una verificación metódica.

*Proceso:* secuencia de fenómenos dinámicos que dan resultados determinados.

*Programa:* lista de secuencia de instrucciones codificadas para utilizar en el tratamiento de datos en una máquina (ordenador) a fin de obtener un resultado. 2// algoritmo escrito en un lenguaje para computador.

*Propiedad emergente:* propiedad nueva y no trivial en un sistema complejo que ocurre por interacción de los componentes.

*Representación:* acción de concebir y resultado de esta acción.

*Retroacción:* acción de las variables de salida de un sistema sobre las variables de entrada.

*Semántica:* área de la lingüística que estudia el significado de las proposiciones y su evolución.

*Sistema:* ensamble de conceptos presentados para formar una estructura. 2// Concatenación de proposiciones, principios y conclusiones que forman el cuerpo de

una doctrina. 3// Conjunto de elementos que interactúan para realizar una tarea en común. 4// Conjunto de elementos en interacción (intercambio de información, energía, materia), cuya asociación implica propiedades desconocidas al nivel de las partes consideradas separadamente.

*Sistémico*: estudio de cada una de las partes de un todo en su entorno.

*Sujeto*: individuo, persona, ser vivo que es parte de una comunidad (sistema), que es observador de un fenómeno.

*Táctica*: maniobra que realiza el ejecutor de una estrategia.

*Teleonomía*: conjunto de finalidades<sup>2</sup> que orientan los procesos de un sistema.

| 211 |

*Trandisciplinariedad*: intento de construir una metodología común, una actitud común para analizar, evaluar, aprender, investigar en que cada “disciplina” se integra a otras disciplinas.

*Vida*: cualidad que posee todo ser del planeta de realizar transformaciones para seguir en él.

---

2 No se confunden necesariamente (ni siquiera frecuentemente) con los objetivos conscientemente deseados o queridos por los actores del sistema.



2018

**Pensamiento  
complejo  
y sistémico**



Luis Carlos Torres Soler  
Germán Gonzalo Vargas Sánchez





El pensamiento complejo y el pensamiento sistémico son visiones que conducen a analizar las situaciones complejas en el entorno de manera más holista. Ambos surgen ante la debilidad que presenta el método científico para analizar situaciones humanas, sociales y ambientales, ya que, induce a que el todo debe separarse en partes para ser analizadas, pero en estas situaciones no es posible. El pensamiento sistémico se emplea más en el análisis de las organizaciones donde existe variedad de interrelaciones en su entorno interno como externo, tomando características de la Cibernética. El pensamiento complejo es una visión que lleva a proponer pautas para poder comprender las incertidumbres, propiedades emergentes y dinámicas que suceden en una situación; toma consideraciones del pensamiento sistémico, por ello, los dos se hallan muy interrelacionados. Se les puede considerar como método para el análisis de distintas situaciones complejas; sin embargo, son solo visiones y, por tanto, su aplicabilidad varía de un entorno a otro, de problema en problema, de organización en organización. Se pueden combinar para mejores resultados, en especial, en el análisis de situaciones de los sistemas educativos.

ISBN: 978-958-739-141-1



9 789587 391411

 UNIVERSIDAD  
EL BOSQUE

Editorial