



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE PSICOLOGÍA

SUA

LIBRO DE PUNTO
1998

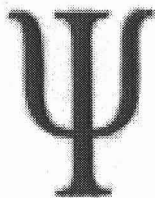
**“PSICOLOGÍA Y CIENCIAS DE
LA COMPLEJIDAD”**

T E S I N A

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADO EN PSICOLOGÍA

PRESENTA:
JUAN ALVARADO MERCADO

DIRECTOR: LIC ALFREDO GUERRERO TAPIA



MÉXICO, D.F.

2005

0349725

Agradecimientos:

Quiero agradecer al sistema por haber permitido las innumerables interacciones que tuvieron que acontecer para que se llegara a concretar éste momento.

A mi madre por haberme dado el extraordinario regalo de la vida.

También agradezco a ese ángel que la vida puso en mi camino y que sin su apoyo incondicional a todas mis ideas y acciones esto no hubiera sido posible. Gracias esposa mía.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, a la Facultad de psicología y particularmente a la División de Sistema de Universidad Abierta, por contar con medios formativos alternos al tradicional y sin los cuales nuestra formación sería inexistente.

De igual manera, quiero agradecer enfáticamente a mi director de Tesis, Alfredo Guerrero Tapia, quien con su apoyo y su capacidad estructurante, dio forma a mis ideas. Así mismo, agradezco a mis sinodales: Lic. Jorge Álvarez Martínez, Lic. David Gaytán Cabrera, Lic. Blanca Estela Reguero Reza y Lic. Karina Beatriz Torres Maldonado, por sus invaluable aportaciones teóricas en éste proceso.


Igualmente agradezco a Ismael Uribe, a Daniel Carrión, a Lupita Vives, a Cesar Suárez, Roberto Hernández, Ricardo Solórzano y a todos mis compañeros con quienes se sostuvieron grandes diálogos, intercambios y debates ideológicos –perdon por no mencionarlos a todos, pero la lista ocuparía muchísimas páginas-. Quiero agradecer también a Sergio Baca y a Vladimir Valle quienes fueron parte esencial al inicio y hacer una mención especial a Tato Terrón Casanova y a Louis Megaloudis Sauri.

Por último reconozco al Lic. David Gaytán Cabrera, al Lic. Alfredo Guerrero Tapia y a la Mtra. Maria del Carmen Montenegro Núñez quienes con su escrutador pensamiento, aprendí a ser crítico de toda teoría o idea, incluidas las propias.

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo *receptional*.

NOMBRE: Juan Alvarado
Mercedo

FECHA: 14- Nov en bre - 2005

FIRMA: 

Resumen

Este trabajo tiene como objetivo esbozar los principios de una nueva revolución del conocimiento, a saber, las denominadas ciencias de la complejidad: sus características, los nuevos instrumentos conceptuales disponibles derivadas de estas, y hacer la pregunta ¿Cómo está la psicología interactuando con estos planteamientos, utilizando la noción de complejidad en el análisis de sus contenidos?

El origen de casi todo proceso, concepto, elemento, estructura, función, organismo o paradigma generado, deviene como reacción adaptativa de un sistema dado ante la interacción con su contexto. Cuando las estructuras internas de algún sistema son insuficientes para resolver las nuevas y variadas situaciones que percibe en su tiempo-espacio, tiene las opciones de: a) permanecer igual, renunciando a la interacción con la situación recién percibida y b) modificar su(s) estructura(s), lo que implica tensionar al sistema, para así intentar obtener nuevos esquemas que permitan decodificar alguna forma de interactuar con las condiciones recientes.

La ciencia esta pasando de usar métodos unidireccionales a usar métodos multidireccionales y multivalentes, como base para la generación de conocimiento. De acuerdo con González Casanova (2004:43) “Se admite que una sola lógica, una sola matemática, un sólo método”, una sola dirección, una sola forma de saber-hacer, ya no alcanzan para la interacción con una realidad reconocida, cada vez más, como compleja.

Los cuerpos de conocimiento de las distintas ciencias son influenciados por los paradigmas científicos dominantes en el momento histórico donde se generan. La psicología, como otras tantas disciplinas, se vio influenciada por las directrices impuestas por lo que era considerado ciencia en la modernidad. Para ello usó como instrumento ó herramienta, la mayor parte de las veces, las influencias del paradigma mecánico.

Cuando los modelos formalizados y convencionales se tornan insuficientes ante la realidad que intentan conocer, surgen teorías alternativas que enriquecen el modelo en turno.

Las ciencias de la complejidad redimensionan la taxonomía del principal paradigma de la ciencia clásica: el mecanicismo. No pretenden abolirlo, pues sería cometer el delito que se denuncia, (además de ser prácticamente imposible), sólo le da una nueva dimensión. La visión mecánica, es indispensable pero no lo es todo; es fuerte, pero no la única; es útil, pero no en todas las ocasiones ni en todos los sitios; es una percepción mecánica, por lo tanto pertenece a un sistema cerrado (se auto limita), es ciego a la estructura nueva, etc. El paradigma en turno establece su cosmovisión a las sociedades en sus distintas actividades productivas. En los dos primeros capítulos se presentan algunas de las características del paradigma mecanicista y el paradigma emergente de las ciencias de la complejidad, se califica de emergente por que la construcción teórica y epistemológica esta en construcción desde hace un siglo, pero en la practica la ciencia contemporánea a trabajado con instrumentos complejos desde principios del siglo XX.

En el primero se menciona cómo se fue conformando el paradigma denominado mecánico. Se puntualizan sus características y sus principios de orden ontológico: el determinismo, las leyes universales, la objetividad independiente al observador y demás particularidades que articulan dicho paradigma. Además se mencionan las condiciones que se deben de cubrir para que un conocimiento determinado sea considerado aceptable dentro de la normativa de la comunidad denominada científica.

En el segundo punto se esbozan los factores que comenzaron a dar origen a teorías y técnicas, ya sea intencionalmente buscadas o accidentalmente encontradas, que escapaban al paradigma mecanicista. Se mencionan algunas de las características más distintivas de este nuevo paradigma en comparación con el

paradigma mecánico. Es importante mencionar que el nuevo paradigma incluye al paradigma mecánico, pero no se limita a él. También se vislumbran las tendencias de cómo se hará en un futuro, que ya comenzó, ciencia; de cómo se crearán cuerpos de conocimiento, producto de las nuevas e incluyentes formas de conocer-hacer, provenientes de distintas disciplinas; de cómo usar o extrapolar modelos provenientes de otros campos disciplinares a otras disciplinas, sean estas afines o no.

Estas tesis se derivaron del análisis de la bibliografía que se ha escrito con relación a las ciencias de la complejidad y la psicología. La búsqueda de libros y artículos siguió como hilo conductor los términos usados comúnmente en las ciencias de la complejidad como: autopoiesis, caos, incertidumbre, lógica y conjuntos borrosos, fractales, sistemas autorregulados, sistemas abiertos, sistemas no lineales, multivalencias, interacciones.

En el capítulo de ejemplos de ciencias de la complejidad, se describen las características que tienen éstas. Se nombran y describen algunos de los términos utilizables en estas ciencias. Se mencionan algunas de estas nuevas ciencias, aunque las ciencias de la complejidad no se limitan a las enunciadas. Se presentan las características más evidentes de estas teorías, que tienen como común denominador un enfoque no lineal y un entramado teórico complejo. No determinista, por lo tanto predecible sólo estadísticamente; es decir, ni universal, ni inmutable.

Por último, habiendo definido la diferencia entre un paradigma y otro, y al haber establecido las características de las ciencias de la complejidad como paradigma emergente, en el capítulo de psicología y ciencias de la complejidad, se establece como se están tratando diversas problemáticas, dentro del cuerpo de la psicología, desde las ciencias de la complejidad. Dicho apartado se subdivide en secciones específicas para una mejor exposición de la información.

Introducción

Planteamiento del tema y justificaciones

El tema central de esta tesina fue investigar cómo la psicología está abordando sus diversos problemas desde el paradigma de las ciencias de la complejidad. La mención descriptiva de las características generales y en algunos casos particulares de la ciencias de la complejidad, permiten que algunas problemáticas de la psicología sean estudiadas con nuevos conceptos alternos a los convencionales. Así, en el capítulo de ciencias de la complejidad y psicología, se mencionan aquellos temas para los que ya se cuenta con material publicado.

Al disponer de distintos marcos teóricos, toda disciplina se robustece y hablando concretamente de la psicología, este nuevo paradigma brinda caminos alternos y variados al tradicional. Corresponde al psicólogo actual usar las herramientas disponibles para fortalecer su disciplina, tanto en el campo de la ciencia básica como en el de la ciencia aplicada.

Las ciencias de la complejidad ofrecen alternativas para cualquier disciplina. Éstas permiten ver un evento, ya no sólo unidireccionalmente, sino desde otros puntos donde la visión será distinta; será como estar en un poliedro y ver el centro, desde sus distintas aristas.

Esta imagen multivariada, crea una visión profesional enriquecida, lo que permite al psicólogo una mejor elección de la acción a seguir de acuerdo al tiempo- espacio-contexto determinado.

Objetivo

El objetivo de esta tesina fue realizar una revisión actualizada de cómo se aborda la psicología desde las ciencias de la complejidad.

Marco teórico

Lo que actualmente se conoce de manera global como ciencias de la complejidad surge no en uno, sino en varios cuerpos de conocimiento: en biología (Maturana), en física (Heisenberg), en química (Prigogine), en matemáticas (Thom), (Boole), (Poincaré), en lógica (Zadeh), (Kosko), en psicología (Piaget), etcétera. Estas ciencias de la complejidad intentan describir, valga la redundancia, sistemas complejos. Un Sistema Complejo puede ser definido como un sistema compuesto por una enorme cantidad de componentes interactuantes simples, capaces de intercambiar información con su entorno y capaces también de adaptar su estructura interna como consecuencia de tales interacciones. Un elemento clave de los Sistemas Complejos son las interacciones no-lineales entre sus elementos constituyentes que, bajo circunstancias especiales, pueden brindar comportamientos emergentes y coherentes. Estos comportamientos no pueden ser atribuidos a una parte o a un subsistema por separado, sino que son producto de la interacción colectiva. Estamos en presencia de un nuevo paradigma, el de la complejidad, en el que el todo es más que la suma de las partes. Pero el todo es compuesto por las partes, el todo es importante, las partes son importantes, las interacciones dentro del sistema son importantes, la estructura nueva generada en la interacción que puede ser considerada caótica es importante, el contexto es importante.

Cuando una consecuencia esperada, de acuerdo a una teoría, no se obtiene y dicha inconsistencia entre teoría y praxis se comienza a generalizar, es conveniente un análisis del método mismo. Cuando la forma moderna de hacer ciencia: el mecanicismo, la determinación, la predicción o el universalismo, no alcanzan para explicar una serie de fenómenos concretos, calificables de contradictorios, distintos o que no se tenían contemplados, se puede decir que los hechos en el mundo concreto no se empatan con el sistema teórico. De esta situación surgen, necesariamente, una serie de teorías en distintas disciplinas que abordan los acontecimientos desde una perspectiva distinta, la cual intenta

conocer las condiciones que condujeron a un resultado no esperable, aunque no necesariamente antagónico. Se analizan las interacciones entre los componentes entramados en un sistema dado, desde una óptica alterna a la inicial, la cual contempla la posibilidad de que efectos acumulativos en el sistema puedan modificar la consecuencia derivada de una acción mecánica, y obtener, por la sumatoria de esta “anomalía del sistema”, algo distinto a lo comúnmente obtenido.

Las nuevas ciencias están impactando en distintos frentes de productividad, como menciona Pablo González Casanova en su libro *Las Nuevas Ciencias y las Humanidades, de la academia a la política* (2004:11):

“la Revolución Científica de nuestro tiempo ha sido equiparada a la que ocurrió en tiempos de Newton. Hoy ya no podemos pensar sobre la naturaleza, la vida y la humanidad, sin tomar en cuenta los descubrimientos que se iniciaron con la cibernética, la epistemología genética, la computación, los sistemas autorregulados, adaptativos y autopoieticos, las ciencias de la comunicación, las ciencias de la organización, las del caos determinista, los atractores y los fractales. La profundidad de esos descubrimientos va más allá de sus claras manifestaciones científicas y técnicas; incluye nuevas formas de pensar y actuar que comprenden las llamadas ciencias de la complejidad y las tecnociencias.

El impacto de la nueva Revolución Científica altera profundamente nuestra división y articulación del trabajo intelectual, de las humanidades, las ciencias, las técnicas y las artes. Obliga a replantear, en estos inicios del siglo XXI, una nueva cultura general, y nuevas formas de cultura especializada con intersecciones y campos acotados, que rompen las fronteras tradicionales del sistema educativo y de la investigación científica y humanística, así como del pensar y el hacer en el arte y la política. Quien no se acerque con inquietud a la comprensión y el dominio de las «nuevas ciencias» como ciencias de la complejidad no sólo no entenderá (y practicará mal) el quehacer tecnocientífico sino el artístico y el político”.

Sobre la información anterior se realiza la aproximación de estos modelos a la problemática de la psicología, acentuando que estos modelos teóricos influenciados por el paradigma complejo comparten similitudes, algunos ejemplos son: no se erigen como la verdad absoluta sobre otros planteamientos, estas

teorías son concebidas en construcción teórica y epistemológica constante, son modelos susceptibles de robustecerse aceptando incrustaciones de conceptos y analogías de otras disciplinas, poseen un lenguaje y una actitud multi-inter-y transdisciplinar, se aceptan como sistemas abiertos, elicitan la apertura y el eclecticismo en pro del destinatario de los esfuerzos realizados.

Método

Consideraciones previas

Se realizó una revisión de 10 años atrás (1995-2005), con el fin de encontrar artículos de psicología publicados que se relacionaran con las ciencias de la complejidad y se consultó bibliografía que articula el marco teórico que sustenta la concepción de la complejidad.

Factores o dimensiones

El alcance de este trabajo es exponer la información que de cuenta de la relación entre la psicología y las ciencias de la complejidad.

Estrategia o procedimiento

Actividades de recabamiento de información

Para recabar la información requerida en la elaboración de la presente tesina se estableció un plan de acción, el cual comenzó con la delimitación del tema, qué es: "psicología y ciencias de la complejidad". Una vez teniendo la idea bien definida, se procedió a la investigación en medios electrónicos, como Internet, acerca de los temas relacionados con las ciencias de la complejidad -lógica y conjuntos borrosos, teoría del caos, sistemas complejos, principio de incertidumbre, fractales, etcétera-, logrando de esta manera un primer acercamiento al entendimiento de estas teorías. Posteriormente se consultaron

libros de autores clave como Bart Kosko, Ilya Prigogine, Frederik Munne, Pablo González Casanova, entre otros. Con la lectura de estos autores, el panorama se aclaró más.

Posteriormente se acudió al centro de información, en la unidad de postgrado de la facultad de psicología de la UNAM, con el fin de consultar, en las bases de datos especializadas, los artículos más recientes que tuvieran relación con los siguientes temas: psicología, caos, lógica y conjuntos borrosos, incertidumbre, no linealidad, fractales, sistemas complejos, etcétera. La mayoría de los artículos encontrados están publicados en el idioma inglés. Luego se procedió a una depuración de los mismos, ya que muchos no se relacionaban con el hilo conductor de la tesina

Actividades de presentación de la información

El presente apartado da cuenta de la manera en que se expondrá la información. Primero se hace notar que la generación de conocimiento es, en la mayoría de las veces, acorde a las creencias del tiempo-histórico del momento. Posteriormente se presenta, sintéticamente, el inicio y el desarrollo del paradigma mecánico. Después se describen las primeras manifestaciones del paradigma emergente, el de la complejidad, y se mencionan sus principales corrientes sustentantes, cuyas epistemologías son las más consistentes.

Caracterizando los paradigmas mecánico y complejo, se exponen algunas de las denominadas ciencias de la complejidad con las características que los autores consideran más evidentes. En la tercera parte de la tesina se expone cómo la psicología está empezando a abordar su campo de estudio con modelos derivados de las ciencias de la complejidad.

El Paradigma mecánico

Como se mencionó anteriormente, los cuerpos de conocimiento son influenciados, mayormente, por el paradigma dominante que prevalece en un contexto determinado. Del paradigma mecánico, con el cual se construyeron muchos de los saberes actuales, surgió la normatividad de hacer lo que debía de considerarse ciencia. Sus antecedentes se comienzan a gestar en Grecia, cuna de la civilización occidental. En relación a lo anterior, Munne (2004: 24), menciona:

“En Grecia, se entroniza la razón como rectora del conocimiento y aparecen la filosofía y la ciencia”. La razón adquiere un carácter ordenador y normativo con Anaxagoras, para quien los elementos germinales de la realidad física, son ordenados por una fuerza cósmica de carácter abstracto (nous), una especie de inteligencia o mente pura”.

Si el mundo esta diseñado de forma armónica, por lo tanto toda manifestación de ambigüedad o contradicción que escapa a la razón, debía ser corregida o eliminada, ya que la contradicción no puede estar en los atributos de la cadencia sistematizada del universo, por que la realidad es ordenada armoniosa y perfecta. Y si no lo es, debe serlo (Ibíd.). Este pensamiento conlleva que todo lo que parezca ser un desorden deberá ser arreglado ó, más radicalmente, eliminado.

“Con Aristóteles, la no contradicción es elevada a la categoría máxima de un principio absoluto, que ordena y encorseta el razonamiento a través de la lógica formal” (Ibíd.), es decir, esta forma de razonar se erige como la norma a seguir; no debe existir contradicción, se deben tener secuencias lógicas, causa y efecto, la verdad en la creación del conocimiento se alcanzó. Las matemáticas se convirtieron en el modelo del conocimiento cierto y confiable, en la teoría se convirtieron en la forma de hacer ciencia (Ibíd.). Galileo, Copernico, Giordano Bruno, Tycho Brahe y Johanes Kepler, fueron los pilares de un nuevo paradigma. Copernico rescata la idea de que las matemáticas corresponden con *la verdad*, Kepler se une a Galileo y a Copernico; pugna por conocer “la armonía matemática

del universo mediante la observación y la geometría” (González Casanova 2004: 366).

Isaac Newton, en 1667, descubre la ley de la gravedad universal, una ley sistemáticamente comprobada y susceptible de ser confirmada en observaciones y experimentos. Apoyado en los modelos matemáticos, Newton creyó expresar las leyes de divinas a las que está sometida la materia (Ibíd.). La mecánica del universo se convirtió en el ideal a alcanzar por el resto de las ciencias, ya que si existen leyes universales, el hombre tenía la obligación y el derecho de conocerlas y así dominarles, posicionando su lugar en la naturaleza como el único ser cognoscente. Giordano Bruno citado en Prigogine (1997:15) menciona: *“El universo es, por lo tanto frío e inmóvil”*. Durante la consolidación del paradigma del orden predeterminado, la concepción de Bruno dominó el pensamiento científico de occidente, del que se derivaría el “concepto mecanicista del mundo” con sus dos elementos básicos:

- Sustancias inmutables, átomos, moléculas o partículas elementales
- Locomoción.

Otros dos pilares del paradigma mecánico fueron René Descartes y Francis Bacon. Descartes y la separación de mente y cuerpo. Bacon con las novedades el método, que primaba un mayor control con las observaciones, no sacar conclusiones de premisas carentes de base empírica, eliminar hipótesis que no se confirman, sobre todo, el imperativo de poder observar a la naturaleza y a la humanidad como objetos de estudio. (González Casanova, 2004:368).

De acuerdo con Ruano (1997:1), para la ciencia clásica una buena teoría científica debería de identificar y asociar plenamente un efecto con una causa; además debería contemplar que una variación en la causa debería provocar igualmente, una variación proporcional en el efecto que se sigue contingentemente a esa causa, es decir, se concibe la linealidad (la exactitud de la suma de las partes da la totalidad) como parte de la forma correcta de hacer ciencia. *“Con la*

búsqueda de causas y efectos, conociendo al menos uno de los estados del objeto considerado y la ley que rige su evolución” (Ruano1997:1), se podían conocer sus estados intermedios, identificando cada proceso entre causa y efecto.

Si se conoce el proceso y las etapas, en el continuo lineal de la causa y efecto (lineal significa que la salida es directamente proporcional a la entrada), se puede entonces predecir y determinar. La predicción y determinación precisas y sin margen de error, son conceptos torales en el paradigma mecánico. Por lo tanto, *la capacidad de predecir con certeza y precisión el comportamiento futuro de un sistema, bien sea físico, biológico o social se situó como una de las máximas aspiraciones de la ciencia clásica, (Ibíd.).*

En la ciencia clásica, los conceptos como: exactitud, verificación empírica, predicción, determinación, causa-efecto, leyes universales, separación de sujeto/objeto, las matemáticas como lenguaje de la naturaleza, etcétera, se convirtieron en directrices a las que todo aquel que quisiera crear conocimiento, tenía que alienarse, si pretendía que su trabajo fuese aceptado por la comunidad científica de su disciplina.

Así pues, el paradigma tuvo sus inicios en la antigua Grecia. En el siglo XVI continua el *boom* del paradigma mecánico, con la monumental obra de Newton “Principios Matemáticos de Filosofía Natural”, dominando la forma de pensar-saber-hacer social e industrial y en la forma de construir el conocimiento. Según Newton: *“el universo es ordenado y predecible; tiene leyes expresables en lenguaje matemático, y podemos descubrirlas”* (Sametband, 1999:16).

Newton expresó sus leyes mediante ecuaciones matemáticas que modelan las magnitudes que podemos medir de un cuerpo: posición y velocidad y cómo estas varían con el tiempo. Leyes de Newton de la dinámica:

1. *Inercia: Todo cuerpo material, que no tiene aplicada una fuerza permanece en reposo o se mueve en línea recta con velocidad uniforme*

2. *Fuerza: Cuando se aplica una fuerza a un cuerpo libre, su impulso cambia en el tiempo proporcionalmente a dicha fuerza, y la dirección del movimiento es la línea de acción de la fuerza.*
3. *Acción y reacción: para cada acción ejercida sobre un cuerpo hay siempre una reacción igual y opuesta. (Sametband, 1999:17).*

A estas leyes verificables y demostrables, subyace la idea de que los procesos físicos están determinados, por lo tanto, se puede predecir su comportamiento. En un sistema que responde a las leyes de la mecánica si se conocen las posiciones y velocidades en un instante dado, mediante el uso de modelos matemáticos, es posible calcular las posiciones y velocidades en el futuro y en el pasado. Con esta potente imagen, se supuso que el comportamiento del universo se podía llegar a expresar matemáticamente ya que está determinado por leyes y éstas pueden ser expresadas matemáticamente, y mediante ecuaciones se puede conocer el comportamiento en el devenir del universo o de cada sistema, subsistema, elemento, ente, partícula, de la naturaleza. Sametband (1999:21) afirma, *“la tarea del científico consistió en aplicar estas leyes universales a fenómenos particulares o buscar otras aún no descubiertas”* Se consideró al número como el articulador universal y se prosiguió a buscarlo en los hechos de la naturaleza, como medio entre la naturaleza y el conocimiento que tenemos de ella.

Aquellos fenómenos que parecen ser desordenados, sólo tienen un orden desconocido y a medida que las matemáticas evolucionen y se descubran las leyes físicas ocultas correspondientes, entonces ese día, ese aparente caos desaparecerá (Sametband, 1999:23). En línea con esta posición, De La Peña (1999:1) menciona:

“los filósofos griegos se dieron cuenta pronto de que algunos fenómenos podían entenderse y por lo tanto predecirse. Descubrieron que esta comprensión de los fenómenos se logra por medio de los números. Esto es, para entender el mundo alrededor de nosotros debemos encontrar los números en las cosas. Una vez que se comprende la estructura numérica, hemos controlado al mundo”.

Además de las leyes de la mecánica, Newton contribuyó con un concepto toral para el método científico. El aislar idealmente el sistema que se desea examinar del contexto al que pertenece, ya que así las variables serán conocidas y se podrá operar sobre ellas (Sametband, 1999:17).

Fue a fines del siglo XIX y a principios del XX, cuando de la misma física, emergieron teorías que demostraban la no aplicación, en ciertos tiempos-espacios, de la universalidad de las leyes “descubiertas” y que se suponía se convertirían en el director de la sinfonía de los conocimientos humanos.

Durante mucho tiempo esta imagen omnipotente de la ciencia y de los que la hacen, fue venerada. Los detractores no formaban parte del gremio científico, ya que los académicos y los nuevos conocimientos se apegaban a las normas de crear ciencia convencional, o sencillamente no se les tomaba en cuenta y sus trabajos investigativos no se publicaban por no cumplir con los cánones establecidos.

¿Es posible que surjan leyes universales e inmutables de procesos evolutivos, inherentemente cambiantes?

Si en este momento histórico, un adolescente, queriendo saber para qué sirve la ciencia, les pudiera preguntar a los científicos lo siguiente:

- ▶ ¿Se acabará la hambruna en África?
- ▶ ¿Cuándo se descubrirá la cura de VIH?
- ▶ ¿Cuál es la fórmula para incrementar el ingreso per-cápita de los países del tercer mundo?
- ▶ ¿Cómo se puede garantizar una buena relación de pareja, que concluya con hijos (en su caso) educados para el bien de la sociedad?
- ▶ ¿Cuándo la ciencia química, corregirá el desastre ecológico que ella misma provocó?

- ▶ ¿Cuándo existirán medicamentos que no tengan consecuencias secundarias?
- ▶ ¿Cómo se podrán prevenir ataques terroristas?
- ▶ ¿Cuándo la humanidad dejará de atacarse a sí misma, con guerras?
- ▶ ¿Las consecuencias del sobrecalentamiento de la tierra son reversibles?
- ▶ ¿El tener más comodidades diarias, ha bajado la angustia en el ser humano?
- ▶ ¿Cómo podemos prevenir delitos como violación, abuso sexual, o cualquier otro que limite el desarrollo del individuo?
- ▶ ¿El hoyo en la capa de ozono será reparado?
- ▶ ¿Cuándo se conocerá la génesis de enfermedades degenerativas como el cáncer?
- ▶ ¿Por qué unas personas con enfermedades degenerativas mueren, a causa de ésta, y otras viven mas tiempo?
- ▶ ¿Por qué las drogas atrapan a ciertas personas y a otras no?
- ▶ ¿Cual será el precio del petróleo en 5 años?
- ▶ ¿Y el del agua?
- ▶ ¿Se pueden aplicar métodos que garanticen la disminución de la delincuencia?
- ▶ Y muchas otras más.

Es obvio que ante esta muestra de preguntas puestas a futuro, no se puede encontrar una respuesta única y categórica. La complejidad de interacciones en juego son demasiadas para tratar de responder con certeza. El mundo es complejo, los grados de libertad en cada factor relacionado con cada respuesta son sumamente difíciles de precisar, las circunstancias se van construyendo con retroalimentaciones entre distintos elementos intercomunicados y entrelazados. Si el mundo es complejo, necesitamos una visión compleja, una epistemología compleja, modos de pensar-saber-hacer, complejos.

El paradigma de la complejidad

“La realidad es caótica y a la vez ordenada

La realidad es irregular y a la vez regular

La realidad es nítida y dual

La realidad es continua y discontinua

La realidad puede ser previsible y no serlo

La realidad no es ordenada ni desordenada

La realidad es compleja”

(Munne 2004:26)

Según Barron (2001:4):

“una de las teorías más firmes y aceptadas, respecto al origen del universo por las ciencias, denominadas así por grupos de élite, naturales, es la teoría de la gran explosión, *el big-bang*, aceptando que el universo se expande. Esta teoría se basa en las soluciones matemáticas de la teoría general de la relatividad obtenidas inicialmente por Friedman en los años veinte”

. Otra gran teoría aceptada es la evolución de las especies, como menciona Darwin citado en González Casanova (2004:375) “...*como la selección natural sólo opera por y para el bien de cada ser, todas las dotes corporales y materiales tienden al progreso hacia la perfección.*” El mundo existente es el mejor posible. Una de las conclusiones más importantes de Darwin fue la sustitución de un mundo “estático” (en cierto sentido) por otro en evolución. Si el universo es evolución, las condiciones cambian, el movimiento produce cambios. Los sistemas naturales, orgánicos y sociales cambian. Los entornos cambian. Las situaciones de hoy no son las mismas de ayer, ni las de mañana serán las mismas de hoy. La interacción, retroalimentación, movimiento, motilidad, son la condición metaestable del universo.

¿Cómo leyes inmutables pueden generar procesos evolutivos?

¿Cómo procesos evolutivos pueden generar leyes inmutables y universales?

Las interacciones que tuvieron que experimentarse para hacer posible el universo como lo conocemos hoy, se dieron en un número astronómico, la complejidad interactiva del universo es inmensa. El punto fino a destacar no es negar que se identifiquen procesos o patrones que se denominan leyes, sino el pretender afirmar, que con nuestra visión reducida, con una presencia minúscula en relación al tiempo que como especie hemos estado en el desarrollo de la tierra e insignificante en el del cosmos, conocemos categóricamente algunos de los principios del universo. Con el paradigma emergente surgen otros acercamientos teóricos en las ciencias, por ejemplo algunos físicos se plantean cuestiones acerca de la *“existencia de esas leyes que se pensaron fundamentales, pues parecían situadas más allá de la materia, del espacio y anteriores al tiempo”* (Mateo 2003:322). Como menciona Prigogine en Briggs y Peat (2001:149)

“...la naturaleza no está constituida de abajo para arriba. Está constituida mediante realimentación en todos los niveles... necesitamos una multiplicidad de niveles interconectados, ninguno de los cuales puede aspirar a la preeminencia”.

Las siguientes afirmaciones han irritado a muchas elites académicas (Ibíd.)

“...las leyes de la naturaleza, incluidas las leyes de la física no están todas dadas desde el principio, ni siquiera implícitas lógicamente. Evolucionan tal como evolucionan las especies. A medida que las cosas se complican, acontecen bifurcaciones y ampliaciones y emergen nuevas leyes. < ¿Cómo es posible hablar de leyes de la biología sin o hay sistemas vivientes? El movimiento planetario es algo que llega muy tarde> cada nivel de organización produce fundamentalmente algo nuevo”

Otra forma de contemplar este asunto sería entendiendo que, más que gobernando los procesos de la naturaleza, estas leyes, emergen en realidad, de tales procesos, sin una delimitación causal, sino interactiva. Desde este punto de

vista las leyes serían siempre provisionales y dependientes del contexto (Mateo 2003:319). El marco complejo considera al universo, como un universo de procesos interactuantes de los que se irradia, dentro de ciertos rangos operativos, una gran variedad de patrones, regularidades e invariantes contextuales, “a quienes se toma por leyes de la naturaleza” (Ibíd.). Es decir, de acuerdo a las teorías del origen del universo, éste ha pasado por una serie de etapas en las cuales se produjeron ciertos procesos, y estos procesos tenían patrones constantes, y contextuales, por ejemplo en la etapa de enfriamiento de la tierra, tuvieron que darse acciones constantes y repetibles en ese mundo humeante, estos patrones constantes de enfriamiento podían considerarse como leyes, por su ciclicidad, pero no se podrían extrapolar a nuestra realidad actual por que contextualmente ya no están las condiciones en las que estas *leyes* operaban. Existen procesos muy regulares, otros menos regulares y otros muy irregulares, y algunos únicos, en su frecuencia de aparición.

Las condiciones cambian y los procesos que originan las nuevas condiciones, originan, a su vez, estos patrones constantes, a los que se les denominó leyes. Los procesos generan patrones inherentes a dichos procesos, y cambiarán contingentemente.

El cerebro, sede de la mente, sólo recibe, estímulos del mundo exterior, que son decodificados según la experiencia de cada agente cognoscente, nuestro cerebro, esta en una caja negra, el cráneo recibe estímulos y los interpreta, por lo tanto, lo único de lo que podemos estar seguros es que nunca sabremos si nuestras interpretaciones son, y si es así, en que porcentaje, ontológicamente correctas. Solo disponemos de modelos de representación de la realidad, y los modelos sólo son eso, modelos. Los modelos no son la realidad, pero esta invariante se atenúa frecuentemente. En los ámbitos de construcción de conocimientos (academia) se articulan concepciones tan potentes cuya génesis se focaliza en constructos científicos, es decir construidos en un contexto artificial, existente sólo en la teoría. Sin embargo, han tomado tanta fuerza que hemos

olvidado que nosotros como especie los construimos, que son símbolos articulados, son modelos del mundo. Los sujetos cuyos cerebros y mentes son educados, vertidos en estos constructos, versados en la recitación de los mismos, encuentran muy difícil, si no es que imposible, analizar con autocrítica sus propias concepciones. Posteriormente, estos mismos sujetos incrementan sus convicciones con aportaciones retóricas y vericuetos verbales que parecen apuntalar sus *conocimientos*. Estas afirmaciones articuladas adquieren un aura de tanta fuerza que se empiezan a percibir como objetos concretos y en una escalada de inercia pasan de pertenecer del mundo delimitado de una teoría, al mundo de la población en general, que acepta estas construcciones como verdad formal sin dudar. Parece que la palabra adquiere sustancia.

El valor de un modelo o paradigma radica en qué tan funcional es y qué tan armonioso y amigable nos vuelve el camino en el mundo de lo concreto. Es el bastón o el lazarillo que nos sirven de instrumento de motilidad en el mundo de lo concreto. El mapa no es el territorio. Los paradigmas son metamodelos, pero, al fin y al cabo, modelos artificiales, que buscan regularidades en un mundo complejo.

La valía de un paradigma no está dada por la aceptación o el rechazo por parte de una élite, sino entre otras cosas, por su eficacia y su efectividad, por su capacidad de absorción de nuevos conocimientos, por su capacidad de soportar los *¿cómo?*, *¿por qué?* y *¿cuándo?* de la sociedad, incluida la comunidad académica, o al menos intentar responder, dichas preguntas. Y sino puede ofrecer respuestas o soluciones operativas, el paradigma debe reconocer sus limitaciones y buscar desde otras aristas, desde otros planteamientos, otras formulaciones, teorías, hipótesis, etcétera, aún cuando éstas parezcan ir en contra de las aceptadas dentro del cuerpo teórico de conocimiento, para tratar de generar esquemas nuevos con el fin de buscar respuestas aún no conocidas. Si una teoría no soporta todos los por qué y reacciona intolerante o hace mutis, o está basada en dogma o es muy limitado el andamiaje que la conforma. La importancia de un

paradigma no radica en si es real o no, nunca lo podremos saber, sino en su capacidad de robustecerse, de agigantarse, de responder, de tensionarse para adquirir nuevos esquemas, autoevaluarse y corresponderse con las demandas cada vez mas específicas, cambiantes, y futuras del mundo concreto

La mecánica de Newton sigue siendo tan válida como en el pasado, (González Casanova 2004:369), la lógica binaria, la predicción, la repetición y demás legados dieron lugar al mundo tecnológico en el que nos desenvolvemos, claro que existen procesos mecánicos y predecibles pero no todos los eventos concretos poseen estas características. En la búsqueda de incrementar el conocimiento dentro del paradigma dominante (el mecánico y determinista), hemos encontrado que al fraccionar los objetos de estudio, en última instancia se encuentra la paradoja.

“Nos hemos dedicado a buscar esquemas generales, globales, a los que pudieran aplicarse definiciones axiomáticas inmutables, y lo único que hemos logrado en todos los campos, ha sido encontrar tiempo, acontecimientos y fenómenos de evolución” (Prigogine 1997:155).

Es decir, las nociones de ley y orden son necesarias, pero insuficientes (Morin 2004:6).

El paradigma newtoniano marcó un ideal y la sociedad marchó a ese compás, en el camino se olvidaron que sólo era un modelo y supusieron que sus intenciones y el mundo concreto eran lo mismo. Pero a la realidad no le podemos imponer un manual de comportamiento ni direccionar sus patrones de cómo debe de accionar. El paradigma mecánico fue limitado en la interacción con el mundo concreto. Y empezó a recibir, verificaciones teóricas y *empíricas*, de su estrechez teórica y operacional. Es imperativo acentuar que el paradigma mecánico es funcional e indispensable, pero no es suficiente para incrementar la interacción, su análisis, su comprensión, con el mundo concreto etc. Fue en la tierra fértil de la física donde se cimentó el paradigma mecánico y fue allí también donde demostró

su fuerza, su valía y sus limitaciones. Estas se presentaron formalmente con la termodinámica, concretamente con el 2º principio. De acuerdo con González Casanova (2004:372),

“en 1907 el matemático Henri Poincare mencionaba la crisis de la física en la cual, todos los principios y no sólo el de la conservación de la energía, estaban bajo amenaza. Otro matemático, Godel, comprobó, que en ciertas condiciones, aunque se sigan las reglas matemáticas, se llega a conclusiones incompletas”

Después el principio de incertidumbre de Heisenberg, arremetió, sin querer, contra el determinismo mecánico en microfísica, con Darwin se aceptó la evolución no determinada teleológicamente. Así, comenzó a conglomerarse el paradigma complejo que acepta e incluye al paradigma mecánico, pero no se limita a él; lo reconoce útil, pero no suficiente en la creación de conocimiento y en muchos escenarios de actividad humana.

Fue así la germinación de nuevos planteamientos teóricos que desembocaron en soluciones concretas donde se gestó el paradigma de la complejidad. *“en las últimas décadas el aspecto del universo ha sufrido cambios espectaculares. Se constata una tendencia incuestionable hacia lo múltiple, lo temporal, lo complejo. Este profundo cambio de aspecto no es consecuencia de alguna decisión preconcebida ni de una nueva moda. Nos viene impuesto por una serie de descubrimientos inesperados”* (Prigogine, 1997:155).

La emergente concepción de un paradigma complejo es incluyente, mas abarcante, pasó de la bivalencia a la multivalencia, de analizar las situaciones con un sólo modo de saber a experimentar con varios modos, de desechar la contradicción a aceptarla como parte de la complejidad, de suponer que existen antagonicos a tratar a estos como complementarios, a aceptar el desorden como un orden desconocido que no se contrapone al orden conocido, a reconocer que existen hechos lineales y no lineales, a saber que hay evolución, a aceptar que la realidad es caótica y a la vez ordenada, que es regular e irregular, que es borrosa

y a la vez contradictoria (Munne, 2004:26). Como menciona el mismo Munne (2004:30):

“el sistema se acepta ni libre ni determinado, sino ambas cosas a la vez. Es libre por estar (auto) determinado y esta (auto) determinado por ser libre, es decir estamos entre libertad y la determinación absolutas, en donde ambas dejan de oponerse y se posibilitan una a la otra. En síntesis el ser humano esta determinado por la libertad y es libre al determinarse. “

En este momento histórico, donde está emergiendo este nuevo paradigma, existen muchos esfuerzos disciplinares e interdisciplinares de construir una epistemología que soporte la complejidad, trabajo sin duda arduo, muy complicado para los especialistas y tomara tiempo la construcción epistémica. Sin embargo la complejidad esta en el mundo, aun sin ese nombre, la vemos en cada circunstancia, en cada momento, en cada acción, en cada momento nuevo. La complejidad aparece en la vida cotidiana, no en los laboratorios, (Soto 2000:3). Recordemos que por mas articuladas, armoniosas, convincentes y abarcentes que sean nuestras teorías de la complejidad, no le imponemos a la naturaleza el *escrip* a representar (dejaría de ser compleja la realidad), pero una epistemología compleja permitirá que sea mas abarcente, amigable, ética, evolutiva y humilde nuestra interacción con el mundo complejo.

Es claro que el paradigma de la complejidad es atrayente por su democracia ideológica, sin embargo la misma concepción denominada “paradigma de la complejidad” siendo congruente con lo que postula, no puede concebirse su aparición como generación espontánea. El trabajo académico es sólo un campo, de entre muchos en una sociedad, donde la sociedad produce individuos y los individuos producen, a su vez, la sociedad que los produjo (principio recursivo)¹, es decir la aparición de los paradigmas en la ciencia no es obra, exclusivamente,

¹ Un proceso recursivo es aquel en el cual los productos y los efectos son, al mismo tiempo, causas y productores de aquellos que les produce. (Morin 1995:106)

de los académicos o las elites, sino de las sociedades mismas. Como menciona Zuppa (2003:12):

“La misma importante cuestión puede ser planteada con respecto a la cuestión fundamental de los paradigmas. Es claro que la ciencia siempre producirá impactos fundamentales en nuestra manera de considerar la inserción del hombre en el mundo. Pero los cambios de paradigmas son procesos económicos, culturales y socio-políticos mucho más complejos que los supuestos cambios de paradigma de la ciencia; son estos cambios de paradigmas los que hacen posible a Copernico y no al contrario. Aprenderemos más de esos cambios relejendo a Foucault, a Lipovetsky, a Weber, a Marx, a Adorno, por citar algunos, que en los libros de física o matemática. Mientras tanto, la ciencia continuará tan oportunista como sostenía Einstein: es determinista y reversible en los procesos mecánicos que son deterministas y reversibles, indeterminista en los procesos cuánticos que son probabilísticos, relativista cuando se mueve muy rápido, binarista en la lógica computacional, complementarista a veces. Porque la ciencia no avanza a través de paradigmas inconmensurables, linealmente, sino mediante la capacidad racional del hombre de hacer ciencia.”

Como dice Prigogine (1997:157):

“Como consecuencia de estas concepciones teóricas se esta produciendo en todos los niveles una redefinición. Los conceptos de ley y orden no pueden ya considerarse inamovibles, y hay que investigar el mecanismo generador de leyes, de orden a partir de del desorden, del caos”.

Es evidente que cuando se poseen instrumentos conceptuales abiertos, autocríticos, sistemas cognitivos abiertos al cambio y se emplean en la construcción de teorías, los efectos serán cualitativamente distintos a emplear sistemas no complejos. De acuerdo a Prigogine (1997:155) *“han cambiado tanto nuestros conceptos, que creo perfectamente viable una nueva concepción de la historia de la ciencia”*

“Los métodos tradicionalmente empleados para evaluar los efectos de distintas políticas (aunque basadas en ecuaciones econométricas), análisis del tipo input/output, métodos de simulación o técnicas de programación lineal, consisten en realidad, en describir la estructura de los flujos existentes en el sistema. No integran un mecanismo explicativo sobre la génesis de la estructura por lo que no pueden demostrar si persistirá realmente o no, el estado momentáneo del sistema o si se avecinan ciertos cambios. Estos métodos, muy utilizados a corto plazo, pueden ser totalmente erróneos si se aplican a periodos mas largos durante los cuales el sistema y sus problemas pueden cambiar cualitativamente” Prigogine (1997:61).

Cuanto mas elementos entran en interacción, mayor es el grado de la ecuación secular que determina las frecuencias características de ese sistema, un sistema suficientemente complejo se hallará generalmente en un estado metaestable, el valor del umbral de metaestabilidad depende de la competencia entre crecimiento y amortiguamiento (Prigogine 1997).

El pensar complejamente es aceptar que hay más de un proceso para llegar a un fin, de acuerdo con Morin (1995:) *“el desafío de la complejidad es el pensar complejamente como metodología de acción cotidiana, cualquiera que sea el campo en el que desempeñemos nuestro quehacer”*

Tomando como punto de partida la concepción newtoniana del mundo y el momento actual, en el otro extremo, en el siguiente cuadro se exponen algunas diferencias entre ambos puntos históricos. Sin olvidar que dicha mutación ha sido gradual y en múltiples disciplinas.

Paradigma mecánico	Paradigma complejo (emergente)
Leyes universales	Procesos contextuales
Leyes inmutables	Patrones cambiantes o evolutivos

Lineal	No linealidad (la linealidad sólo es una posibilidad)
Orden ontológico perenne	El orden y el cambio se ensamblan se posibilitan. La repetición desgasta al proceso, el caos elicitaba un nuevo orden, que durara cierto tiempo.
Una sola teoría, método y técnica	Varias teorías, métodos y técnicas. Eclecticismo
Las matemáticas representan el orden matemático del universo	Las matemáticas son sólo un modelo mas de representación del mundo concreto
Teorías y conclusiones categóricas	Teorías y conclusiones elásticas.
Validación epistemológica, retórica y de autoridad del conocimiento	Validación funcional del conocimiento
Se descubren leyes ontológicas	Detección estadística de hechos, que puede modificarse o no corresponderse a un caso específico
disciplina	Multidisciplina, interdisciplina, transdisciplina
Mundo binario ▪ Bueno ----Malo	Mundo multivalente y/o con gradientes ▪ Bueno----Malo ¿Con quien? ¿Con que? ¿En que circunstancia? ¿Cuál era el contexto? ¿En que tiempo? ¿Bajo que definición y parámetro?
Normativización de la forma de hacer ciencia proveniente de una sola disciplina (física)	Aportaciones al conocimiento científico de forma multidisciplinar
El hombre <i>observa</i> un orden	El hombre puede modificar algunos

prediseñado, exterior y sin acceso a él. (sujeto-objeto)	patrones contextuales. (el sujeto influye en el objeto)
Teóricamente el tiempo es reversible	el tiempo y las condiciones son irreversibles
Leyes deterministas	Leyes probabilísticas
Rigidez metodológica	Uso de distintos métodos
Una sola realidad para todos	Existen hechos concretos pero infinitas percepciones de los mismos,
El mundo es mecánico	En el mundo físico hay eventos calificables de mecánicos.

Es importante mencionar que estas comparaciones pueden parecer blanco y negro, pero solo es para hacer evidente la diferencia entre el paradigma mecánico y el emergente.

No se trata de calificar axiologicamente a los paradigmas, no hay bueno ni malo, ni ganadores ni perdedores, el objetivo del cuadro anterior es denotar algunos de los supuestos de dos cosmovisiones. En el siglo XX La creación de conocimiento en muchas ciencias y disciplinas fue alejándose de la concepción mecánica del mundo y acercándose a la concepción compleja, aun sin esa denominación. Sin que esto implique una ataque a quienes trabajaron con una concepción mecánica, solo que actualmente esa concepción ya no es suficiente.

Los cambios de cosmovisión son graduales, en gradientes. No se despierta con una visión modificada de un día a otro.

Ciencias de la complejidad

Características

“La complejidad no sería definible de manera simple para tomar el lugar de la simplicidad Morin” (1995:22). Muchos de los fenómenos físicos más interesantes, tanto reproducibles en los laboratorios como los de campo “no saben que se supone que no son lineales, y habitualmente no se comportan como tales”. De acuerdo con Abarbanel (1996), citado en (Mateo 2003:317), lamentablemente al mundo concreto no puede reprochársele que no se comporte como *debiera*, según las explicaciones del paradigma en turno.

Al no responder las teorías, técnicas y métodos, alienados bajo el paradigma dominante de hacer ciencia, a los resultados esperados, se hace palpable que estos instrumentos de conocer-hacer son insuficientes. Así comenzó a caer la confianza en las leyes universales que la ciencia *descubrió*, y se empezó a ver que no eran tan universales ni tan dominables, ni tan dominantes, es decir, el mundo concreto tiene su ontología la cual en ocasiones no se acopla a nuestra epistemología, Así lo afirma Martínez Miguélez citado en Raiza, Pachano, Torres, (2001)

“...el pensamiento aristotélico ha confundido el mapa con el territorio es decir, las palabras o conceptos con la realidad; así manipulando el mapa pensaban manipular la realidad. El lenguaje existente no es en su estructura similar a los hechos, por eso, los describe mal”.

Otra vertiente de la realidad simplificadora provino de Pitágoras, que elevó el orden a la armonía exacta del número y de la secta religiosa filosófica que fundó, la cual rendía culto a los números por ver en ellos más que unos entes abstractos, el mismo *arkhè* y un reflejo de la armonía del cosmos (Munne 2004:25). Nuestros conocimientos no son el mundo, nuestras teorías pueden funcionar teóricamente y no en la praxis, nuestros modelos de representación del mundo, son sólo eso, modelos de representación; con los que intentamos interactuar con el mundo.

Conceptos como determinismo, mecanicismo, realidad, verdad, linealidad, ciencia, método científico, complejidad, principios de incertidumbre etc. son símbolos. Nosotros no le imponemos a la naturaleza orden alguno, la naturaleza simplemente es. De acuerdo con Cisneros (2004:2)

“la complejidad del mundo no nos impone ni fractales, ni caos, catástrofes o conjuntos borrosos como si fuesen la primigenia ontogénesis de la realidad suprema, en todo caso, se trata, única y exclusivamente, de actos de distinción, de procesos de observación, de perspectivas particulares y artificiales, construidas, por medio de los cuales hacemos más bella nuestra relación con el mundo y sus ámbitos de sentido. Así, podemos reiterar que las lógicas de los mundos son las lógicas de la construcción de esos mundos.

Desde esta perspectiva, las ciencias de la complejidad, el nuevo paradigma emergente comienza crear una visión distinta a la moderna, desde principios del siglo XX, con marcos teóricos no lineales en las distintas ciencias, que permitan el análisis complejo más abarcante y enriquecido que el anterior (el mecanicismo está incluido en el nuevo modelo complejo). De acuerdo con Olivé (2000:31)

En los últimos 25 años se concibe a las teorías científicas (conglomerados de proposiciones) como predicados, neutros ni ciertos ni falsos sino mas bien que pueden aplicarse correctamente a ciertos objetos, o a ciertos hechos, y no funcionan exitosamente al aplicarlos a otros. Así las teorías ya no son ni ciertas ni falsas. Y ni siquiera se habla de que una teoría quede refutada o confirmada. Se dice mas bien que cierta teoría es aplicable en ciertos contextos y en otros no. O bien se encuentra que una teoría no es aplicable en ciertas partes del mundo en las que anteriormente se pensaba que si lo era.

Es claro que aun cuando sea un modelo más amplio conceptualmente, no es el mundo. Facilita nuestra interpretación de los fenómenos del mundo concreto, pero no está acabado; está en evolución constante, cambiante, interactuando, adaptándose a los nuevos contextos. El modelo representacional del conocimiento del mundo es un sistema autopoietico.

Se usan las palabras **Ciencias de la Complejidad** para referirse a las disciplinas que hacen uso del enfoque de sistemas, de acuerdo con Guadarrama (1974:96):

“Un sistema se define como un conjunto de componentes en estado de interacción, aunque puede definirse con enunciados parecidos. Tal teoría trata de desarrollar los principios aplicables a los sistemas en general, prescindiendo de la naturaleza de éstos, de sus partes componentes y de las relaciones de «fuerzas» entre ellas. Las partes componentes del sistema no es necesario que sean materiales, como por ejemplo en el análisis del sistema de una empresa comercial, del que forman parte componentes tales como edificios, máquinas, dinero y clientela”.

La teoría general de sistemas (TGS) se presenta como una forma sistemática y científica de representación de la realidad (un modelo de la realidad) y al mismo tiempo hacia una visión transdisciplinar (Arnold y Osorio 1998:1). La TGS se atribuye al biólogo Ludwing von Bertalanffy, para él, la TGS podría ser un mecanismo de integración entre las ciencias naturales y sociales, también paralelamente, un instrumento para la formación y preparación de científicos. Bertalanffy distingue una ontología de sistemas y una epistemología de sistemas. La ontología de sistemas distingue entre sistemas naturales –mamíferos, frutas, planetas, átomos, etcétera.- y sistemas conceptuales –lógica, matemáticas, física, en general todo modelo y construcción simbólica- la ciencia sería un subsistema de los sistemas conceptuales, esta distinción está sujeta a debate, (Arnold y Osorio 1998:4).

Las Ciencias de la Complejidad comparten muchas de las siguientes características:

- Han sido establecidas por grupos interdisciplinarios de investigadores interesados en explorar los aspectos invariantes de la *complejidad* y la *sistemicidad* fuera de las fronteras establecidas entre los distintos campos del saber.

- Hacen hincapié en el estudio de la estructura (interconexión entre componentes) y su importancia en el comportamiento de los sistemas. Esta estructura puede conllevar aspectos de circularidad o retroalimentación. Wiener pone de manifiesto las características esenciales de los procesos de retroalimentación donde el estado actual de un elemento puede influir en elementos del sistema en etapas anteriores o posteriores. La retroalimentación puede ser definida como lo mencionan Arnold y Osorio (1998:10) *“como los procesos mediante los cuales un sistema recoge información sobre los efectos de sus decisiones internas en el medio, información que actúa sobre las decisiones (acciones) sucesivas.”*
- Destacan el carácter de totalidad o unidad global de los sistemas objeto de estudio.
- Manejan aspectos no materiales de los sistemas, en particular aquellos que tiene que ver con información, comunicación u organización. Los conceptos de complejidad e incertidumbre suelen ser básicos.
- Suelen tratar con sistemas abiertos, aquellos que intercambian materia, energía o información con el entorno. En este contexto son especialmente importantes la interacción con el observador y la toma de decisiones. (Daedalus, 2005).

Que surgió primero: ¿algunas disciplinas no lineales retomaron la idea de la complejidad o la teoría de la complejidad dio origen a estas disciplinas? No es trascendental esta distinción, lo sustancial es que en este momento existen muchas disciplinas cuyas teorías aceptan las interacciones complejas. Como menciona González Casanova (2004:34):

“Pionera entre las nuevas ciencias consideran a la cibernética y, tras ésta, aparecen las ciencias de la computación, las ciencias cognitivas, las ciencias de la organización, la biología molecular, la neuropsicología, la lingüística computacional, la teoría del control, la inteligencia artificial, la vida inteligente, los agentes inteligentes, la realidad virtual, la teoría del caos, las redes neuronales, los fractales, el universo en expansión,

los sistemas complejos adaptativos, la biodiversidad, la nanotecnología, el genoma humano, los sistemas expertos, los autómatas celulares, los conjuntos borrosos y la lógica borrosa, las biosferas espaciales, las maquinas teraflop”.

Las anteriores son algunos ejemplos de las nuevas disciplinas, basadas en el paradigma emergente.

Conceptos comunes

Existen términos denominados *meta científicos* que son comunes a todas las ciencias, (Olivé 2000:33) y otros términos que son utilizables en un contexto determinado. Existe una fuerte discusión acerca de la utilización de términos, teorías y conceptos generados en determinadas ciencias y su aplicación en otras disciplinas, donde, según el argumento dado por detractores de la homologación de conceptos, la utilización de los conceptos o términos se descontextualiza y diluye su aportación, lo que puede llevar a ser erróneo el transpolar términos de una disciplina a otra. Existe una resistencia, al amplio y multidisciplinar uso de estos términos. Un caso es De la Peña (2001:7).

“llama la atención una corriente de las ciencias humanas, representada por reconocidos sociólogos, filósofos y otros intelectuales que han hecho uso sistemático de conceptos científicos fuera de contexto, sin justificar su pertinencia o sentido en el contexto en el que lo exponen”.

Él denomina “cientificismo” a la ilusión de que determinados métodos simplistas pero supuestamente objetivos nos permitirán resolver problemas muy complejos. Y continúa afirmando que el efecto mas grave de estas posiciones posmodernistas, según él, es el que se da en la enseñanza y la cultura. Los estudiantes aprenden a repetir ideas que no comprenden -¿alguna vez ha sido diferente?- Y adornar con terminología seudo científica discursos sin contenido. El público lego acepta estas posturas teóricas. Afirmaciones como la de “las

verdades científicas son en el fondo, acuerdos sociales de lo que es real, alcanzados a través de un proceso de negociación”, caen en terreno fértil en una sociedad que no confía en lo que no entiende (De la Peña, 2001:8).

Sin entrar en el debate, se hace evidente en éste ejemplo la existencia de posiciones cerradas a que el traslado de términos y conceptos se generalicen transdisciplinariamente. Es evidente que el alineamiento a una sola forma de pensar- hacer, genera fragmentación entre las distintas disciplinas. En este transdisciplinar uso de conceptos, Morin (1995:161) menciona que

“los conceptos viajan y mas vale que viajen sabiendo que viajan. Más vale que no viajen clandestinamente. ¡Es bueno que también que viajen sin ser detectados por los aduaneros!, de hecho, la circulación clandestina de conceptos ha, asimismo, permitido a las disciplinas des-asfixiarse, destrabarse, la ciencia estaría totalmente trabada si los conceptos no migraran clandestinamente. Mandelbrot decía que los grandes descubrimientos son el fruto de errores en la transferencia de conceptos de un campo a otro, llevados acabo, agregaba él, por el investigador de talento. Hace falta talento para que el error se vuelva fecundo”.

Surge una pregunta: si el homologar conceptualizaciones y términos es erróneo, ¿por qué la insistencia en legislar y normativizar a otras ciencias (distintas a la física) en la forma de crear conocimiento? O en nuestra disciplina ¿Por qué se aceptó en psicología un paradigma que nació de otras disciplinas, cualitativamente distintas?

Mas allá de la lucha académica entre ciencias exactas y ciencias sociales, en el contexto social se está dando el conglomerado teórico-práctico, en la creación de nuevas formas de producción. Este es un punto importante: en la actualidad los medios de producción y los grandes conglomerados económico-políticos (González 2004), están usando la transdisciplina en sus saberes-haceres, es decir, las grandes empresas forman equipos transdisciplinarios que trabajan en un objetivo, en estas interacciones los cambios de conceptos no se dan de

acuerdo a una epistemología determinada y ortodoxa, los usos de conceptos en estas elites productoras, alternas a las universidades, pueden considerarse, desde un punto de vista académico, desde elegantes hasta bizarros. De acuerdo con Aronson (2003:7)

“el criterio de innovación del que disponen, en vez de orientarse hacia la búsqueda de “primeros principios” se guía por estructuras ordenadas y específicas que operan en el sentido de la manipulación y control en condiciones determinadas y con miras concretas. Sus rasgos principales son la adaptación (capacidad para traducir los intereses investigativos al lenguaje de otras agendas), la cooperación (capacidad para trabajar con otros agentes sociales académicos y no académicos portadores de saberes diversos) y la integración (capacidad para incluir distintos puntos de vista y destrezas variadas). El saber reside “en la cabeza” de quienes trabajan, se aprende en la misma actividad y resulta en un conocimiento de carácter tácito y migratorio que se desplaza rápidamente a través de las estructuras organizativas”.

Aproximadamente a partir de 1945 los conglomerados productores de algún tipo de conocimiento crecieron exponencialmente como menciona Gibbons citado en Aronson (2003:2):

“...la expansión paralela en el número de productores potenciales de conocimiento por el lado de la oferta, y la expansión de la exigencia de conocimiento especializado por el lado de la demanda, está creando condiciones para el surgimiento de un nuevo modo de producción del conocimiento. Es decir, en circunstancias en las que se multiplican “las industrias del conocimiento” el monopolio del que venía disfrutando la academia también sufre un proceso de erosión. La definición de lo que es un “bien científico” se halla ahora sujeta a numerosas interpretaciones, no sólo es la universidad la que ostenta ese derecho. La transdisciplina no refiere, entonces a un saber, que se desarrolla antes (por actores distintos) para aplicarse después (por otros actores); al contrario la solución de problemas se origina y mantiene permanentemente vinculada al contexto de aplicación, un contexto que siempre es nuevo. Y pese a que incorpora elementos del conocimiento existente, su directriz es la creatividad, de forma tal que los productos son de difícil ubicación dentro de las disciplinas que intervienen en el proceso”.

Los conglomerados en el mundo de la producción, de cualquier tipo, están usando sistemáticamente, los conceptos de distintas disciplinas, logrando producciones y *outputs* cada vez más espectaculares. Estos conglomerados realizan verdaderos *collages* conceptuales y trans-epistemológicos, cuyas consecuencias son el mundo tecnológico que conocemos. Existen organismos que generan conocimiento alterno al de las universidades, como las grandes empresas transnacionales y los complejos militares. Existen grupos, provenientes en su mayoría de las universidades, que en la práctica acoplan todo el conocimiento disponible en la solución de problemas específicos, sin importar si el concepto usado es epistemologicamente válido o si fue creado en un contexto distinto. Si un concepto o método es posible que les sirva a resolver la situación que requiere solución, estos nuevos grupos de conocer-hacer, lo conocen, aplican y de acuerdo a los resultados obtenidos, lo aceptan, modifican o lo rechazan y no reparan el que si está o no descontextualizado o si es epistemologicamente válido.

Así el conocimiento se configura, de acuerdo a Gibbons, *...mezcla de teoría y práctica, abstracción y agregación, ideas y datos*, (Gibbons 1998: 21 citado en Aronson, 2003:9).

La tendencia actual es el uso de todo lo disponible en el pensar-saber-hacer no importando de dónde provenga el término, concepto o teoría. Además de que se cambia la noción de la legitimación de una teoría de *"esto es aceptable en función de su procedencia a esto es aceptable en función de sus efectos"* (Ovejero 1999). Así, puede resultar fructífero encarar problemáticas de la psicología aplicando pautas que tienen analogías con las de sistemas dinámicos físicos, (Sametband, 1999:8).

El intercambio de conceptos seguirá a velocidades más amplias en el paradigma complejo. Un ejemplo de los beneficios de una actitud conciliadora y amigable, sin perder rigor metodológico, nos la da en una entrevista el creador de

la lógica borrosa, una teoría que está impactando en la tecnología de forma sorprendente. El párrafo siguiente es el inicio de una entrevista hecha a L.A. Zadeh, el autor de la lógica borrosa (*Fuzzy logic*).

“En mi experiencia, no es tan fácil predecir el curso de los acontecimientos: cuando escribí mi primer artículo sobre conjuntos borrosos, pensaba que la mayor parte de sus aplicaciones iban a ser en el caso de sistemas humanísticos o biológicos y en aquellos sistemas para los que las técnicas convencionales basadas en ecuaciones diferenciales, ecuaciones en diferencias y similares, no funcionaban tan bien como era de esperar. Por lo tanto quizás era necesaria una forma de tratar con estos sistemas que no permitía un análisis convencional, estas eran mis expectativas cuando escribí el primer artículo sobre conjuntos borrosos: esperaba que las aplicaciones serían en lingüística, psicología, sociología, filosofía y campos afines”.
(Valverde, 1996).

Es evidente que el autor enfatiza su creencia que de acuerdo a su construcción teórica, la lógica borrosa, se aplicaría a las disciplinas menos matemáticas, es decir fue realizada, según sus propias palabras, para ser usada en sistemas con límites no tan precisos, sin embargo, las evidencias indican que esta lógica esta siendo aplicada a disciplinas distintas de las que pensaba su autor. A los ingenieros que usan el control borroso en las aplicaciones tecnológicas, no los detiene la idea de si la lógica borrosa fue diseñada inicialmente para el uso de la ingeniería o no. Otro concepto que rápidamente se está generalizando en su uso es el concepto de autopoiesis (Mariotti, 1999). Éste ha sobrepasado de largo el reino de la biología. Se ha utilizado en áreas tan diversas como la sociología, la psicoterapia, la gerencia, la antropología, la cultura de organización, y muchas otras.

Otro ejemplo del traslado de conceptos de una ciencia a otra nos lo da Cesarman (1986:243):

“...La utilización del lenguaje de la termodinámica , en terrenos mas allá de la misma biológica, en aquellos que estudian el comportamiento del hombre y la

sociedad, quizás nos permita ver mas claramente lo importante que es el funcionamiento de la totalidad [... [La entropía es el lazo que une las ciencias físicas con las ciencias psicológicas, recientemente, muchos investigadores de la psicología, de la psiquiatría, y el psicoanálisis han estado interesados en utilizar el lenguaje de la termodinámica como complemento de los lenguajes ya tradicionales, para explicarse la conducta humana y social [... [La tendencia hacia la unificación del conocimiento constituye una actitud antientropica. Esta actitud entra en conflicto con los que consideran necesario utilizar un lenguaje propio para cada etapa cualitativa de la evolución de los sistemas dice Bertalanffy, en relación a ello: [... [Las ciencias biológicas del comportamiento y las sociales ya se han afirmado y requieren nuevas formas en los conceptos, de modelos de leyes, por lo que una generalización de conceptos es necesaria [... [Es necesaria una expansión de las categorías, de los modelos y de la teoría para tratar de manera adecuada con los universos biológicos, psicológicos y sociales [... [No hay razón alguna para que el lenguaje de la termodinámica, y el de la bioenergética no puedan apilarse como tales, sin mistificaciones y fuera de toda analogía, al estudio de la sociedad humana”.

A diferencia del paradigma mecánico que suponía leyes universales, el paradigma complejo acepta la posibilidad de que algo que funciona en cierto contexto, pueda o no funcionar en otros contextos similares. Así, la homologación de conceptos en distintas disciplinas puede funcionar o no. Pero para saberlo hay que constatarlo con el mayor rigor posible. Expresar una opinión de que cierta teoría funcionará, no es garantía de que en la práctica se corresponda. Y lo contrario tampoco.

Una teoría, un término o un concepto pueden, como el ejemplo de la lógica borrosa, si se les trata con la rigurosidad necesaria, adaptarse a distintos campos disciplinarios. Si los concedores de una disciplina encuentran en un concepto generado en otras disciplinas, la posibilidad de adaptarlo y dar más fuerza a sus teorías, deben usarlo. Sería contraproducente usar un término que no se articulara armónicamente a cierta teoría.

Anteriormente se mencionó que procesos de producción surgieron de la interdisciplina y la transdisciplina antes que en la academia. Paralelamente a estos

cambios dados en los procesos de producción y distribución de conocimientos, las formas de enseñanza se desplazan hacia el aprendizaje de destrezas específicas usadas en condiciones específicas y contextos específicos, que pueden ser usadas o no en otros contextos; se requiere

“... la capacidad para usar el conocimiento producido por otros en formas nuevas y generadoras de percepciones distintas” (Gibbons 1998: 48 citado en Aronson 2003:10).

Tal vez la interdisciplina y la transdisciplina académica deba de alcanzar a las prácticas complejas de las organizaciones complejas, y así verificar si conceptos de otras disciplinas son funcionales o no en las disciplinas propias. Este entramado complejo entre productores de conocimiento, incluida, la academia y la sociedad, denota un cambio en la generación de conocimiento, puede ser controvertida la afirmación que aparece en Aronson (2003:11).

“...un cambio de dirección de la comunicación que invierte la relación tradicional: en la modernidad el conocimiento circulaba desde sus productores hacia la sociedad, actualmente es la sociedad la que decide acerca de lo que es conocimiento mientras los productores aceptan y obedecen. Ambos aspectos ratifican las reglas epistemológicas pues ahora encierran una sistematización de la investigación y un tipo de aprendizaje que se rige por la “aplicación” y la relevancia social”.

A continuación se detallan algunos términos constantes en las ciencias de la complejidad:

Interacción

Es un concepto básico en las ciencias de la complejidad, interacción es básicamente la retroalimentación entre dos o más elementos de un sistema determinado, es el intercambio de información que puede modificar a alguno de los elementos interactuantes, de acuerdo a la información que recibe. La interacción es sistemática y perenne en su constitución más básica. La interacción

de distintos grados de libertad en un sistema, hace que los *output*, sean impredecibles y por lo tanto determinables, sólo probabilísticamente.

Interdisciplina

La interdisciplina es necesaria como camino paralelo a la uni-disciplina en la creación de conocimientos. La creación del saber en un paradigma complejo demanda una actitud de interacción en el camino del conocimiento entre las distintas ciencias.

Uno de los conceptos constantes en las ciencias de la complejidad es el de interdisciplina, por interdisciplina comprendemos el análisis de un evento desde distintas disciplinas y la comunicación de cada punto de vista a los demás, de forma amigable, simbiótica y proactiva, logrando así esquemas de conocimiento inaccesibles desde un sólo punto de vista. La interdisciplina crea conocimiento nuevo sustentado en esquemas previos, al converger en una mesa distintos puntos de vista se enriquecen estos conceptos y regresan a cada participante reestructurados, acrecentando así sus propios esquemas, ahora con matices inexistentes anteriormente. Al hacer sistemático el trabajo interdisciplinar, los grupos interdisciplinarios adquieren formas, a su favor, de saber-hacer, muy alejadas de los grupos de trabajo unidisciplinarios.

González Casanova (2004:22) menciona:

“A partir de la Revolución Industrial, de la vinculación cada vez mayor de las ciencias y las ingenierías con la producción, y de la división progresiva del trabajo manual e intelectual, fueron surgiendo nuevas «disciplinas» en prácticamente todas las especialidades. Se crearon «disciplinas» Incluso dentro de cada especialidad, fenómeno que se acentuó a fines del siglo XIX y durante el siglo XX. Así, por ejemplo, dentro de la medicina surgieron gran cantidad de disciplinas: la pediatría, la cardiología, la neumología... Algo semejante ocurrió en las humanidades, donde se formaron «economistas», «sociólogos», «políticos», «etnólogos», «orientalistas», «lingüistas», muchos de ellos especializados sólo en un aspecto de un problema que

ocurría en un determinado lugar y en un tiempo determinado. La división del trabajo intelectual tuvo algunos efectos positivos. Permitió alcanzar un mayor rigor y precisión en el conocimiento de los fenómenos «x» o «z», claramente delimitados. El avance de las ciencias ocurrió en forma exponencial; el conocimiento científico creció como nunca antes en la historia humana y eso se debió en buena medida a la especialización disciplinaria, a la práctica del trabajo intelectual por disciplinas.”

Es importante acentuar que la división disciplinar ha sido es, y seguirá siendo básica en la construcción del conocimiento, pero la interdisciplina puede potenciar los mismos conocimientos disciplinares, logrando así un incremento teórico, que no se daría, sin la interdisciplina.

En contra de la interdisciplina

Existen muchos frentes de batalla en contra de la interdisciplina, como ejemplo, en González Casanova (2004:169), se menciona:

“... atacan cualquier preocupación genuinamente humanista de quienes cultivan las nuevas ciencias. Descalifican con violencia humillante a sus autores. Así, de Norbert Wiener, padre de la cibernética, un tal Steven Heinns escribió en 1997 que «era un gran matemático, pero también un excéntrico», que cuando empezaba a hablar de la sociedad y la responsabilidad de los científicos, «un tópico que quedaba fuera del área de su especialización, bueno, pues simplemente no se le podía tomar en serio».

Las descalificaciones de los científicos del más alto nivel cuando hablan de la solución a los problemas de la humanidad con un mínimo de seriedad, consiste en atacarlos de falta de seriedad. Lo «serio» es deshacerse del proyecto humanista. Lo serio es impedir que los científicos tengan una cultura humanística que incluya al pensamiento crítico e impedir que los humanistas tengan una cultura científica actualizada y que dominen lo fundamentos lógicos y creativos de las nuevas ciencias.”

Dentro de las consecuencias que hubo del programa de división disciplinar, se llegó a suponer que el marco teórico de una disciplina era suficiente para tratar con un fenómeno dado. Las disciplinas tenían su objeto de estudio, y era

defendido celosamente por los correligionarios. Incluso actualmente la inercia sigue manifestándose en algunos creadores del conocimiento:

“Norman Metzger y Richard N. Zare, en el artículo que publicaron en Science en enero de 99, sostienen que «se ha dado un fracaso a gran escala para fortalecer los vínculos entre las ciencias sociales y del comportamiento, por un lado, y las ciencias físicas y biológicas, así como las tecnologías, por otro». No exageran si se piensa en el conjunto de los sistemas de investigación, educación y difusión de la cultura y en el atraso que éstos muestran frente a un movimiento que ya estaba maduro a fines de los sesenta del siglo XX y que, desde entonces, pudo haberse extendido al sistema de investigación y enseñanza. Las resistencias obedecen a muy distintas razones. En primer lugar está la resistencia gremial. Los profesionales de los egresados en una disciplina la defienden con celo. No aceptan competencia sino de los «suyos». Esa defensa de la propia competencia es a la vez intelectual y mercantil. Se racionaliza o justifica de distintas maneras. La principal consiste en argumentar a favor de la especialización; en destacar las virtudes que la especialización tiene sin aceptar que «puedan» cambiarse los límites de las especialidades” (González Casanova, 2004:35).

Los defensores de cada disciplina emiten argumentos antagónicos contra los intentos que otros grupos disciplinares utilicen conceptos de su cuerpo de conocimiento –la autocrítica de la propia carga ideológica no es práctica generalizada en modelos mecánicos- incluso fruncen el ceño aun si la participación viene de una sub-disciplina (de otra disciplina es mayor la falta de afinidades de diálogo). Algunos representantes de las ciencias naturales suponen que las ciencias sociales son poco rigurosas y no están a la altura de la ciencia.

El siguiente párrafo, en De la Peña (2001:12) es un buen ejemplo del antagonismo mencionado:

“Wigner llama 'la irrazonable efectividad' de las matemáticas; aquí quiero enfatizar otro fenómeno igualmente inquietante, el de la irrazonable inefectividad de la filosofía”. La situación es peor aún. La epistemología relativista, a la que ya nos hemos referido, parece ser una moda prevaleciente entre los filósofos de la ciencia. Afortunadamente,

los científicos activos no toman en serio estos ataques a su trabajo. Como ya hemos dicho, el daño que ocasionan estas posiciones relativistas se ubica en su efecto ante la opinión pública, que se refleja en el alejamiento de los estudiantes de disciplinas científicas, en la percepción de los gobiernos sobre el papel de la ciencia y finalmente en los apoyos que la ciencia recibe. La tarea de los filósofos de la ciencia es una tarea importante: establecer el marco general de la ciencia, su metodología y su validez. La tarea de los filósofos es también una tarea crítica. Sobre ellos debería caer la tarea de la demarcación entre la ciencia y la pseudociencia, que tiene serias implicaciones éticas y políticas. Pero para poder un trabajo serio y fecundo, estos filósofos deben primeramente entender la ciencia de la que hablan, esto es, deben de ser científicos”.

Es evidente el antagonismo entre ciencias humanas y ciencias naturales, como veremos en los siguientes capítulos esta visión dual genera concepciones de, -a mí favor o en mi contra-, cuando esta dualidad solo esta presente en los sistemas artificiales o conceptuales. En la naturaleza las gradaciones, las interacciones, el intercambio y el movimiento son la invariante. Comenzaremos con la lógica borrosa.

Lógica borrosa

Aristóteles es considerado el padre de la lógica. Él establece los principios sobre los cuales se construye todo sistema lógico, dentro de los principios más importantes se encuentran:

- El principio de consistencia, principio básico en todo sistema lógico. Las reglas de inferencia no pueden permitir que de un conjunto de axiomas se deduzcan teoremas contradictorios, es decir teoremas que sostengan que algo es verdadero y no es verdadero al mismo tiempo.
- Principio de la no contradicción de Aristóteles: es imposible que un mismo atributo se de y no se de en el mismo sujeto y en un mismo sentido. Este principio es el más firme de todos (Trillas y Terricabras 1995:22).

La lógica surge como un intento de acabar con la contradicción y con el relativismo, con la intención de ser rigurosos en la construcción del conocimiento, con el deseo de acercarse a la verdad de las cosas. La verdad no puede ser inventada, sino que debe ser descubierta. (Trillas y Terricabras 1995:15), Aristóteles menciona en su *Ética Nicomaquea* “lo que existe por naturaleza es inamovible y en todas partes tienen la misma fuerza, como el fuego que quema tanto aquí como en Persia, en cambio las cosas justas cambian” (Trillas y Terricabras 1995:16) en esta distinción se percibe que las cosas naturales guardan un orden objetivo, inherente a la propia naturaleza y por lo tanto determinado e inmutable. Si la naturaleza es inmutable y secuencial, la naturaleza es lógica, y todo intento de estudiarla debería ser con instrumentos propios a este orden.

La lógica aristotélica surge con la intención de convertirse en un sistema articulado, que no admite vaguedad, ambigüedad, ni contradicción, se busca la verdad y la validez. La lógica se convierte en un sistema que evalúa la estructura y los principios del razonamiento o del razonamiento correcto, además de garantizar que la conclusión, derivada de las afirmaciones iniciales, sea válida. La validez es un concepto fundamental en la lógica. Para que un argumento sea

válido, su estructura debe ser tal, que sea imposible deducir contradicciones. Si se tienen premisas verdaderas, en consecuencia se obtendrán, sin fallo alguno, conclusiones verdaderas. Para ello se deben de cumplir las reglas aceptadas como válidas, dentro del sistema lógico.

La pretensión de esta lógica era la articulación precisa de los argumentos, para que no hubiera dudas sobre su y su validez. Esta visión se convirtió en la forma de tratar de conocer el mundo; es decir, buscar las verdades de la naturaleza, que debían de ser generales, universales y absolutas. La lógica se convirtió en el instrumento básico de todo pensamiento racional, en la ciencia propedéutica por excelencia. En el instrumento auxiliar básico para el cultivo de cualquier ciencia, (Trillas y Terricabras 1995)

Todo sistema de representación de la realidad, (y la lógica es uno), debe de tratar de representarla con la mayor aproximación posible detectable por el sujeto cognoscente. En el mundo concreto las situaciones no son etiquetables sólo bivalentemente, como en la lógica tradicional ($A \vee \text{no } A$), sino que en varias ocasiones puede percibirse una serie de gradaciones que la lógica aristotélica no contempla. Analicemos el siguiente cuadro:

Proposición	lógica clásica	Situaciones del mundo concreto
La amo	La ama / no la ama	<ul style="list-style-type: none"> • qué tanto la ama • la ama lo suficiente para dar su vida por ella • la ama para casarse con ella • la ama para tener un noviazgo formal con ella • la ama para una aventura con ella • la ama para una ocasión informal • la ama platónicamente

Estoy calvo	Está calvo / no está calvo	<ul style="list-style-type: none"> • no tengo ni un sólo pelo • tengo unos cuantos cabellos • tengo lisa la coronilla y pelo en los lados, como fraile. • no tengo pelo en la parte frontal de la cabeza, y me dejo “una colita” en la parte de atrás • tengo unas grandes “entradas” • se me esta cayendo el pelo
Se le vio por primera vez a las 8:39 y la hora de llegada es a las 8:00	Llegó tarde / llegó a tiempo	<ul style="list-style-type: none"> • llegó a las 7: 50, se puso a trabajar en su cubículo y salió a saludar a alguien a las 8:39. • llegó a las 8:39 pero nadie se fijó y por lo tanto no hay registro de ello, por lo que no aparecerá ese retraso en su historial, • llegó temprano y fue a desayunar, o al baño. • los demás llegaron después que él. • ¿hay reloj checador?
Mide 1.70	Alta / baja estatura	<ul style="list-style-type: none"> • ¿es hombre o mujer? • ¿en México o en Finlandia? • ¿para jugar básquetbol, o voleibol? • ¿para boxear? • ¿para una botarga de niña/o?

Es evidente, que las atribuciones basadas en sólo dos valores serán insuficientes en muchos casos; en otros será suficientes. En las situaciones donde se perciban

varias gradaciones evidentes se requerirá una polivalencia que identifique situaciones intermedias.

Existen eventos en el mundo concreto que tienen una serie de gradaciones entre dos absolutos que no contempla la lógica clásica, y se requirió de la elaboración de lógicas polivalentes, para intentar que el modelo de la realidad tuviera una mayor similitud a ésta. Es necesario mencionar que la lógica bivalente es un instrumento crucial en el razonamiento y en la construcción del conocimiento, pero esta lógica no es suficiente para representar el mundo y el pensamiento humano.

Esta problemática fue identificada por el propio Aristóteles, al captar grados en el error y por consiguiente en la verdad. Como se menciona en Trillas y Terricabras (1995:39):

“Él (Aristóteles) no tenía aún las herramientas lógicas para emprender el tratamiento adecuado del problema, pero tuvo la perspicacia de advertirlo....Además, aunque todas las cosas fuesen en sumo grado así y no así, el mas y el menos es inherente a la naturaleza de los entes. No afirmaríamos en efecto, que dos y tres son igualmente pares, ni yerran igualmente el que cree que cuatro son cinco y el que cree que son cinco mil. Si, pues, no yerran igualmente, es evidente que uno de los dos yerra menos, de suerte que se acerca más a la verdad. Por consiguiente, si lo que es más una cosa esta mas próximo a ella, habrá al menos algo verdadero, de lo cual estará mas próximo lo que es mas verdadero. Y aunque no lo haya, hay ya al menos algo mas firme y mas verdadero” (metafísica, IV, 4,1008b 32-1009-5)

Como todo modelo de representación del mundo, la lógica bivalente, primero educa al sujeto a pensar de cierta manera y después de adquirir esa lógica, el individuo en turno tendrá las gafas del modelo introyectado, interpretando y decodificando al mundo concreto con dos valores, en seguida se enuncian algunos ejemplos de estas bivalencias, Cesarman (1984:432):

ideológico-pragmático	sometimiento-dominio	íntegro-corrupción
real y utópico	correcto-falso	rutina-novedad
posible- realizable	afirmación- negación	monotonía-aventura
materia- espíritu	deducción- inducción	virtud-pecado
voluntad – destino	particular-general	merecido-arbitrario
razón-magia	pregunta-respuesta	espontáneo-elaborado
hecho-ficción	derecho-obligación	bello-feo
forma –esencia	verdad-mentira	seguridad-riesgo
pasado-futuro	cierto-falso	mejor-peor
abstracción-concreción	premio-castigo	deseable-indeseable
absoluto -relativo	activo-pasivo	permisivo-restrictivo
ciencia – magia	doctrinario-critico	tiranía-legitimidad
determinismo-	optimismo-pesimismo	política-prepotencia
indeterminismo	tolerancia-discriminación	emancipación-esclavitud
natural- artificial	conformidad-rebeldía	ganancia-perdida
ciencia-filosofía	alegría-tristeza	proletario-burgués
aparición-esencia	supeditado-autónomo	necesario-superfluo
principio-fin	pacífico-violento	útil-inútil
sustancial- trivial	trabajo-ocio	déficit-superávit
materialismo-idealismo	feliz-infeliz	oferta-demanda
física-metafísica	sano-enfermo	depresión-inflación
causal- casual	bien-mal	prosperidad-miseria
estar-existir	aburrido- divertido	empleado-empresario
saber-comprender	fe-escepticismo	progresista-retrogrado
percepción-intuición	interés-indiferencia	ahorro-gasto
idea-hecho	ser-tener	individuo-sociedad
objetivo-subjetivo	generosidad-avaricia	rural-urbano
conocido-desconocido	odio-amor	capitalismo-socialismo
conocimiento- ignorancia	solidaridad-egoísmo	república- monarquía
estimulo-respuesta	claro-oscuro	mas-menos
espontaneidad-represión	revolucionario	convergencia-divergencia
juicio-prejuicio	conservador	limitado-ilimitado
fantasía-realidad	mártir-verdugo	finito-infinito
recuerdo –olvido	dios-demonio	certeza-probabilidad
conciente-inconciente	amor-pasión	quietud-movimiento
ello-super yo	fidelidad-promiscuidad	antes-después
yo-tu	insólito-cotidiano	tiempo-espacio
instinto - inteligencia	rico-pobre	efímero-permanente

solido-fluido	aeróbico-anaeróbico	anverso-reverso
materia-antimateria	aceptación- rechazo	simple-complejo
onda-partícula	confetito-ambiental	organizado-desorganizado
fusión-fisión	diacrónico-sincrónico	transitorio-definitivo
lento-rápido	metas-medios	comunicación-aislamiento
inercia-aceleración	faltante-sobrante	abierto-cerrado
reversible-irreversible	divisible-indivisible	lleno-vacío
probable-improbable	continuo-discontinuo	limitado-ilimitado
mecanicista-relativista	simétrico-asimétrico	directo-indirecto
vida-muerte	suma-resta	pequeño-grande
actividad-reposo	singular-plural	mutable-inmutable
ontogénico-filogenético	alterno-seguido	jerarquía-igualdad
endógeno-exógeno	saturado-insaturado	control-anarquía
permeable-impermeable	flexible-rígido	inmediato-mediato
orgánico- inorgánico	cohesión-dispersión	arriba-abajo
homogéneo-heterogéneo	parte-totalidad	local-universal
joven-viejo	calidad-cantidad	interno-externo
innato-adquirido	orden-caos	distribución-concentración
infantil-maduro	construcción-destrucción	estructurado-desintegrado
hombre-maquina	inmune-vulnerable	
mente-cuerpo	equilibrio-desequilibrio	

A una sociedad-comunidad, que tiene introyectado el modelo de cierto-falso, binario o bivalente, le es difícil interactuar con información que tiene grados de valor distintos a 2, o en el peor caso, estos valores son concentrados en el extremo más próximo ante el hábito de la bivalencia, dejando ciego a los gradientes, al poseedor de dicho modelo representacional.

En el mundo concreto existen situaciones que pueden ser estudiadas con esta escala binaria, pero también hay eventos o hechos que requieren mayor flexibilidad de valores en su análisis. Una interacción más funcional con la naturaleza requiere acoplar nuestros modelos a la naturaleza, ya que la naturaleza no se acoplará a nuestros modelos.

En el siglo XX surgieron lógicas con valencias distintas a la bivalencia. En 1909, el matemático ruso N. N. Vasilev publicó una lógica trivalente, a la que él llamo "lógica no aristotélica", en 1920 Jan Lukasiewicz también elaboró una lógica trivalente. Es similar a la lógica de funciones veritativas, con la particularidad de admitir tres o más valores de verdad, en vez de limitarse sólo a verdadero y falso. En 1921 Emil Post, elaboro una lógica finitamente polivalente. También en los veinte del siglo pasado, de acuerdo con Cisneros (2000:5):

"Bertrand Russell se refería a la lógica polivalente con la palabra "vaga": "Todo es vago decía en un grado del que no te das cuenta hasta que no intentas precisarlo", por lo que Russell se convirtió en el abuelo de la lógica borrosa ...Es conveniente recordar al filósofo cuántico Max Black quien definía en 1937 de forma teórica al primer conjunto difuso mediante una curva que recogía la frecuencia con la que se pasaba de un estado a su opuesto, a pesar de que su innovadora idea pasó totalmente inadvertida dado que iba a contracorriente del empirismo lógico que para entonces hacía furor entre los filósofos de la ciencia".

Pero fue hasta el año de 1965 cuando Lotfi A. Zadhe expuso las bases de la lógica borrosa o conjuntos borrosos. Los procesos de pensamiento en un ser humano son multivalentes, es decir, si los representáramos en un continuo habría muchos puntos identificables entre hambre y no hambre: casi sin hambre, poca hambre, mucha hambre, con hambre al grado de comer hierbas silvestres etc. Además cada extremo pudiera tener a su vez, subdivisiones. La lógica clásica no consideraba estos procesos intermedios y los agrupaban en forma bivalente: muerto-vivo, viejo-joven, caliente-frío, agrio-dulce, agradable-desagradable, bien-mal, ciencia-no ciencia, verdadero-falso, etcétera.

Seríamos autómatas si este modelo teórico fuera el modelo de pensamiento del ser humano, además de aburridos y tediosos. Lo feo sería siempre feo, lo desagradable también conservaría esta etiqueta sin poder cambiarla, por más intento que se hiciera, el mundo del mañana estaría determinado en la génesis del ayer. Como menciona Kosko citado en Cisneros (2000:7):

“...Llegamos así a un punto central que Kosko le llama el problema de la discordancia. El mundo es borroso, pero nuestras descripciones no, el mundo es gris pero la ciencia es blanca y negra, el mundo no es bivalente, sus elementos son graduales y poseen multivalencias. Si aceptamos que el mundo es borroso (aserto ontológico) requerimos pensamiento borroso (aserto epistemológico)”.

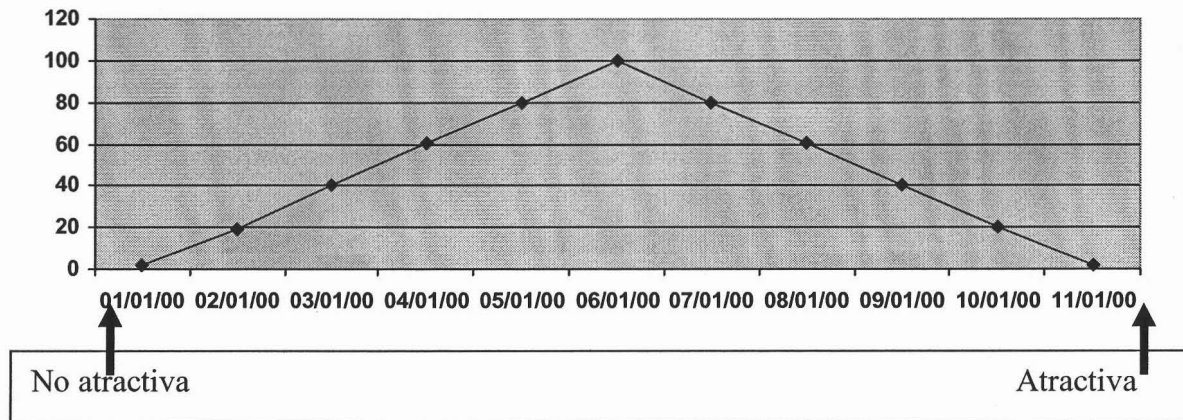
La lógica clásica se basa en cierto o falso, valores absolutos, como su desarrollo fue uno de los pilares para el paradigma considerado como científico, se admitió su eficacia sin reparar su correspondencia con el mundo concreto. Hasta que no alcanzó para ciertos eventos concretos que no se sujetaban a este modelo.

Según Villasante (2005:4):

“...La teoría de los conjuntos borrosos (Kosko) nos muestra que no sólo existen las unidades más simples o absolutas del 1 y el 0, el A y el no-A, el Blanco y el Negro, sino que todo suele ser más borroso. Entre 1 y 0, entre A y no-A, entre Blanco y Negro, la mayor parte de las situaciones son grises, situaciones intermedias, etc. lo cual nos coloca en una banda de posiciones muy amplia donde las posiciones 1 y 0, o A y no-A, o Blanco y Negro, no son sino dos casos particulares y extremos que pocas veces se dan en puridad”.

El continuo entre un punto y otro tiene indeterminados puntos intermedios, que la lógica clásica no contempla. La lógica borrosa en realidad presenta una extensión de la lógica clásica (Trillas y Terricabras 1995). El acierto de la lógica borrosa fue el ampliar el rango de posibles puntos intermedios y otorgarles valencias en función con su cercanía a uno u otro extremo de los límites elegidos, es decir, los límites son arbitrarios los establece el usuario del sistema, no son etiquetas ontológicas.

Supongamos que nos interesa saber si a una estudiante se le considera atractiva o no atractiva:



En una representación de valores, en una distribución normal, los extremos son casos muy poco representativos, ya que casi nunca se obtendrán, se consideran sesgados, la mayor parte de las mediciones oscilaran en la media y en los cuartiles cercanos a esta. Se considera que los extremos son asintóticos. Aún cuando se llegue a una convención entre jueces de las características de una persona atractiva, éste acuerdo no será suficiente para una respuesta categórica, ya que la persona en cuestión poseerá atributos considerados en el perfil de las personas atractivas, que cada juez cuantificará propioceptivamente. Además de considerar factores que inicialmente no estén, presiones del ambiente, la validez de etiquetar a alguien, por tanto, es muy difícil que una escala bivalente sea suficiente.

La lógica clásica acepta sólo dos valores: A-B, Negro-Blanco, Si-No, 0-1; epistemológicamente la lógica clásica no podría, aun que se percatara de ello, aceptar gradaciones. La lógica borrosa acepta estas gradaciones haciendo así más eficiente el modelo con el mundo concreto. De acuerdo a Trillas y Terricabras (1995:33):

“Un modelo se llama verdadero cuando, al coordinar los elementos de la realidad con los elementos del modelo, se dan en la realidad, las mismas relaciones que se han originado en el interior del modelo. La ciencia tiende a renunciar a las teorías y las substituye por modelizaciones de conexiones regulares abstractas. Precisamente una de las aplicaciones de la lógica borrosa es su gran manejabilidad cuando se trata de modelizar relaciones, que de otro modo, no serian abordables”.

La lógica borrosa acepta la polivalencia y con ésta, en algunas ocasiones, la posibilidad de que una cosa pueda ser considerada algo y después su contrario, situación inaceptable para la lógica clásica. Este punto es importante ya que se consideran gradaciones buscando una mayor adaptación entre modelo y mundo concreto, además de buscar mejor acoplamiento en las teorías, técnicas y métodos pragmáticos. Es determinante la diferencia de operar sólo con dos valores en todos los casos, en todas los sitios, en todas las disciplinas, en todas las ocasiones, en todas las formas de crear conocimiento, en comparación con el marco teórico de que existen situaciones, hechos, teorías o modelos que sus valores pueden oscilar entre dos o más valencias.

Además de poder establecer entre A y no-A una banda de muchas situaciones intermedias, también es posible pensar en situaciones de Ni-A, ni no-A, por un lado; y por otro de A y no-A al mismo tiempo. Aparece otra lógica más paradójica, pues una cosa puede ser ella misma y su aparente contrario simultáneamente:

- Si un fenómeno como la luz se nos comporta como onda y como corpúsculo, según las pruebas a que la sometemos, es que puede ser las dos cosas al mismo tiempo.
- Si un animal considerado depredador se convierte en presa, es que puede ser dos cosas al mismo tiempo (una mantis religiosas que esta asechando a un grillo, lleva el tiempo suficiente para que su asalto al grillo sea mortal. En el instante previo a su asalto, es comida por una rana que aprovechó la focalización de la atención de la mantis en un punto y descuidó su entorno. Fue depredador y presa al mismo tiempo).

- Se puede odiar a una persona por que se le ama. Celos.
- La ciencia misma, por una parte nos da seguridad y confianza y por otra infunde temores, (Olivé 2000).
- Algunas cosas pueden ser Blanco y Negro a la vez dependiendo del contexto en que las situemos.

La lógica borrosa es una construcción teórica que no desdeña a la lógica clásica, sino que se nutre de ella, pero se robustece aceptando epistemologías en sus límites distintos. La lógica borrosa surge conjugando, interdisciplinariamente, modelos lógico –algebraicos, de Boole, lógica clásica, matemática aplicada- es decir, es uno de los primeros campos, no lineales, fructíferos derivados del intercambio de conceptos provenientes de otras disciplinas. La lógica borrosa se parece más a la forma de pensar de los humanos, es decir, en gradientes.

La lógica borrosa es un ejemplo de que se pueden desarrollar instrumentos formales para tratar exitosamente con conceptos que se denominan vagos.

Principio de incertidumbre

“En ciencia la complejidad había surgido son decir su nombre, en el siglo XX, en la microfísica y en la macrofísica” Morin (1995:58). El denominado principio de incertidumbre, es uno de los principales contrapesos en la física de concepción Newtoniana. El “principio de incertidumbre” afectó profundamente al pensamiento de los físicos y los filósofos. El impacto fue en la influencia directa sobre la cuestión filosófica de “causalidad”, la relación de causa y efecto. Recordemos que postulados esenciales del paradigma mecánico, eran el orden, la linealidad (la predictibilidad exacta y sin margen de error de un sistema, a través de ecuaciones), de acuerdo al paradigma mecánico, las leyes estaban en el mundo y habría que descubrirlas, si las leyes estaban en el mundo debían operar universalmente.

Hasta antes de la aceptación en la misma física, de que el micro universo, no se sujeta a las leyes newtonianas, el paradigma mecánico reinaba soberanamente.

Por los alcances de este trabajo y la extensión del tema, sólo se mencionan algunas consecuencias del principio de incertidumbre. Si en la misma física la mecánica determinista se vio colapsada al no poder determinar, la velocidad y la posición de una partícula y sus postulados eran que sí era posible conocer, velocidad y posición, entonces se abrió la pregunta ¿es posible que la ciencia esté trabajando bajo postulados no tan universales como se suponía que eran? ¿Es posible que el modelo utilizado sólo sea aplicable a determinados eventos? Si en la misma física el paradigma mecánico se fragmentó epistemológicamente, ¿se fragmentará en otras disciplinas que imitaron confiadamente, su *modus- operandi*?

Lo cierto es que el electrón no obedece las leyes de la mecánica Newtoniana. Prigogine en Briggs y Peat (2001:149) pregunta:

“... si no esta arraigado en el mundo microscópico ¿de donde viene nuestro mundo? ¿De donde viene nuestro tiempo? Si en la naturaleza, las formas y procesos, se auto replican a si mismas fractalmente ¿de donde surge esta diferencia cualitativa de las leyes en el micro mundo y el macro mundo?”.

El aceptar lo anterior colisiona de frente a los postulados del paradigma mecánico y abre la puerta a teorías alternas que aceptan la probabilidad como parte de los hechos. Teorías que aceptan en sus postulados, que no todos los eventos son tan determinantes, predictivos y categóricos, pero sí estadísticamente probables. Rodríguez (2001:2) menciona:

“no se puede predecir con certeza el comportamiento de las moléculas individuales en un gas, también es cierto que las moléculas suelen acatar ciertas leyes, y su conducta es previsible sobre una base estadística, tal como las compañías aseguradoras calculan con índices de mortalidad fiables, aunque sea imposible predecir cuándo morirá un individuo determinado”.

Raiza, Pachano, Pereira y Torres (2002:10), mencionan que

“Se puede concluir que este principio representa un cambio radical frente al espíritu de la física clásica”.

Los autores coinciden en señalar que hay un límite en la precisión de cualquier observación del mundo atómico o subatómico, lo que nos lleva a afirmar que en la concepción del universo de la Física Cuántica, se establecen leyes fundamentalmente diferentes, en términos probabilísticos y ya no determinísticos.

El principio de incertidumbre fue uno de los primeros límites teóricos que denotaron un alto a la capacidad de conocer al mundo concreto, por la ciencia, es decir, al aceptar la imposibilidad de conocer velocidad y ubicación, se hizo evidente la incapacidad de conocer la totalidad de la fenomenología en ciertos casos.

Teoría del caos

En la década de los setentas del siglo XX, comenzó a desarrollarse la “ciencia del caos”, que pronto pasó a denominarse “caos determinista”, para diferenciarlo del caos del puro azar (Sametband, 1999:9). La palabra caos se refiere a la no seguridad categórica de una predicción, no se refiere a situaciones extraordinarias o sorprendidas como pudiera suponerse, actualmente el concepto “complejidad” esta substituyendo al concepto caos.

“Los fenómenos de “caos determinista” o de “complejidad” se aplican a sistemas que existen en la naturaleza cuyo comportamiento muta con el tiempo (sistemas dinámicos)”. (Ibíd.).

Desde los tiempos de Newton, los científicos han estado tratando de describir sistemas de comportamiento complejos mediante ecuaciones y aproximaciones lineales (Brennan 1994), en las que la variación en una entrada produce una variación proporcional en la salida. Se creía además que si fueran exactamente conocidos los valores de todas las variables en un instante dado y se pudiera disponer de una computadora lo bastante grande, capaz de operar a la vez en todas ellas, sería posible modelar (describir en términos matemáticos), cualquier sistema, por complejo que fuese, es decir era cuestión de tiempo el descubrir los procesos que regían al mundo.

Los meteorólogos se contaban entre los convencidos de que los nuevos superordenadores, harían fácilmente la predicción a largo plazo, y usted podría planear sus vacaciones de acuerdo al clima de su preferencia soleado, nevando, con lluvia, etcétera, pero no fue así. Edgar Lorenz un meteorólogo estadounidense ha demostrado, trabajando con modelos computarizados del tiempo atmosférico, que los modelos de los sistemas caóticos exhiben un dependencia sutil de las condiciones iniciales, así como variaciones diminutas e impredecibles. Surgió este análisis en los años 60, cuando en una comprobación computacional de unos datos previos, detectó que los resultados tenían una variación significativa.

Investigando acerca de este fenómeno, Lorenz hizo una gráfica con el resultado de realizar 3,000 iteraciones, repitiendo el mismo proceso utilizando las mismas ecuaciones, variando las condiciones iniciales en la cuarta cifra decimal, el primer proceso tenía tres dígitos y en el segundo seis dígitos (Díaz 2002:1). Ambas soluciones se comportaban de forma muy parecida durante las primeras 1.500 iteraciones pero, a partir de ahí, divergían de forma drástica. Es decir, su modelo del sistema climático era especialmente sensible a las condiciones iniciales, de forma que cualquier alteración en un pequeño parámetro ocasionaba una evolución drásticamente distinta a largo plazo. Lorenz enunció el famoso "efecto mariposa" que tiene su origen en el estudio de la climatología: el clima es impredecible porque el débil aleteo de una mariposa en un punto del globo puede, a la larga, impedir que se forme una tormenta en la otra punta del globo, o bien ocasionar un huracán donde no debería tener lugar.

“Una perturbación muy pequeña ocurrida en el momento oportuno puede provocar que las cosas se desarrollen en una forma muy diferente de cómo lo hubieran hecho de no haberse dado tal perturbación” (Brennan, 1994).

Esta teoría es una de las más representativas de la complejidad en la que el mundo concreto se desenvuelve.

“...pero el hombre siente tal pasión por los temas, por las deducciones abstractas, que está dispuesto a cerrar los ojos y a taparse los oídos ante la verdad, sólo por justificar su lógica” (Dostoievsky citado en Cesarman, 1986:432).

En este sentido Ruano (1997:2) menciona:

“La dependencia sensible de las condiciones iniciales induce a que la más mínima diferencia en el inicio del estado del sistema provoque cambios radicales y hace distintos a sistemas complejos que, originariamente, eran tan parecidos como se les quiera suponer”.

De las condiciones iniciales en 1903 Poincaré, citado en Braun (1996) escribió lo siguiente:

“...nosotros solamente podemos conocer la situación inicial de manera aproximada. Si esto nos permitiera predecir la situación que sigue en el tiempo con la misma aproximación, es todo lo que necesitaríamos, y podríamos decir que el fenómeno ha sido predicho, que está regido por leyes. Pero esto no es siempre así; puede ocurrir que pequeñas diferencias en las condiciones iniciales produzcan condiciones muy diferentes en los fenómenos finales. Si un pequeño error en las condiciones iniciales produce un enorme error en las condiciones finales, la predicción se vuelve imposible y tenemos un fenómeno fortuito”.

En el campo de los sistemas humanos y/o sociales altamente inestables, esta característica significaría que la comparación del comportamiento de uno de esos sistemas inestables con otro de iguales características, por muy parecidos que el investigador crea que son entre sí, no permitiría al científico social o de la salud garantizar una predicción, respecto a la evolución de un sistema, equivalente a una ya ocurrida en otro sistema de similares características.

Ruano (1997:2) menciona que la teoría del caos tiene las siguientes características: a) la dependencia sensible a las condiciones iniciales. En algún punto se presentara una bifurcación que al continuar en cada línea, ahora independiente de la otra, si se les sigue el tiempo necesario, se obtendrán patrones muy alejados unos de otros, disecionados por las condiciones iniciales. b) otra característica es la no linealidad, es decir que en ocasiones la causa-efecto, no necesariamente serán las que nuestro raciocinio etiqeete al proceso, Un cambio no lineal es aquel que no se basa en una simple relación proporcional entre causa y efecto. Por lo tanto, cuando se usa para referirse a cambios, estos pueden ser bruscos, inesperados y difíciles de prever. Sobre todo si ni si quiera se les considera una opción (mecanicismo).

Los sistemas dinámicos, no importando su naturaleza son extremadamente sensibles a las condiciones iniciales, tales como la posición, la velocidad. Esto

pone límites a la posibilidad de predecir categóricamente el desarrollo de dicho sistema en el futuro, (Sametband, 1999:26).

La teoría del caos, nos brinda la oportunidad de trabajar en las problemáticas psicológicas usando métodos o patrones establecidos, por alguna o varias teorías, pero nos sensibiliza y advierte de estar atentos. Esperando bifurcaciones en cualquier proceso, debido a la imposibilidad de contar con la certeza de conocer la totalidad de las condiciones iniciales, la sensibilidad a las condiciones iniciales puede ser tal que ninguna focalización en las variables iniciales evidentes, no importa que tan precisa sea, nos llevará a determinar esas condiciones con la exactitud suficiente (Ibíd.).

Otro factor que influye en la certeza de la predicción en un sistema complejo, son las innumerables, interacciones e influencias internas y externas a las cuales está sometido dicho sistema.

“«La imprevisibilidad no es necesariamente el signo de un conocimiento falso o imperfecto; es el resultado de la naturaleza de las cosas, es necesario dejarle su lugar y su cualidad.» (Balandier,1989).

Psicología y ciencias de la complejidad

Las teorías y cuerpos de conocimiento creados por el hombre, sistemas conceptuales, –física, química, medicina, biología, psicología, economía, archivonomía, política, ingenierías, religión, sistemas de creencias locales, usos y costumbres- son modelos de representación del mundo concreto. Todo conocimiento es un modelo. Los modelos son constructos diseñados por un observador que persigue identificar y mensurar relaciones sistémicas complejas. Todo sistema real tiene la posibilidad de ser representado en más de un modelo (sistema conceptual). La decisión, en este punto, depende tanto de los objetivos del modelador como de su capacidad para distinguir las relaciones relevantes con relación a tales objetivos, Arnold y Osorio (1998:9). La diferencia radica en la construcción de dichos modelos y en lo que cada modelo permite o descalifica.

La humanidad usa estos modelos en la interacción con su circunstancia. La labor de los constructores de estos conocimientos radica en la articulación armoniosa de los elementos de dichos modelos y su correspondencia con el mundo concreto. Las denominadas ciencias de la complejidad son cualitativamente distintas al mecanicismo, una diferencia primordial radica en la aceptación de que una solución actual puede no serlo mañana o en otro tiempo espacio. Cuando se espera el error -caos- es más fácil realizar modificaciones que cuando se es ciego a él. También se utiliza el caos, deliberadamente para evolucionar un sistema en turno. El modelo complejo se correlaciona más con el mundo concreto, que también es complejo

Las ciencias de la complejidad, no se circunscriben sólo a las mencionadas anteriormente, hay otras teorías que no son abordadas -teoría de las catástrofes, fractales, atractores extraños y otras-. De las teorías expuestas se mencionaron los detalles más importantes y sólo de manera enunciativa, ya que sería imposible tratar a profundidad una sola de las teorías mencionadas, pues escapan a los fines de este trabajo.

Dentro de las características de las ciencias de la complejidad se encuentran similitudes en sus estructuras. No importa si provienen de la física, de las matemáticas, de la biología, de la lógica, de la psicología, o de alguna otra disciplina. La constante es la aceptación de la no linealidad, del gradiente de posibilidades disponible, del no determinismo categórico, de la elección, de la autopoiesis, de la bifurcación.

Estas teorías o modelos de representación de la realidad, aceptan epistemológicamente gradientes entre dos puntos. Estos modelos con grados de libertad, se están utilizando en la construcción de los diversos campos disciplinares de conocimiento. En psicología como en otras ciencias, está sucediendo el mismo fenómeno y se están usando estos modelos complejos cada vez más.

El paradigma complejo se está usando para analizar e intervenir en diversos problemas de la psicología: en psicología clínica, laboral, social, educativa, así como en la construcción de conocimientos teóricos con los modelos conceptuales derivados del paradigma complejo. El usar los modelos o conceptos de la complejidad permiten un análisis más abierto, extirpa actitudes fundamentalistas y dogmáticas –en defensa o en contra- de una teoría determinada o de sus practicantes. Además, permite el acercamiento entre distintas corrientes psicológicas usando términos o conceptos de otras disciplinas. La complejidad nos permite analizar el mismo objeto con aproximaciones teóricas alternas a un sólo marco teórico.

Las teorías dominantes que se pretenden acabadas y sin que algo se les pueda agregar o modificar, similares en postura al paradigma mecánico de leyes universales, no están cubriendo las expectativas que de ellas se tienen. Si las ideas aceptadas como dominantes, cumplieran con lo esperado en todos los casos, en todas las personas, y en todos los tiempos, no habría razón de buscar

otros caminos alternos, ni necesidad de nuevas teorías o disciplinas para estudiar un mismo objeto o incluso sólo alguna de sus particularidades.

Las ciencias de la complejidad también nos dan la posibilidad de analizar críticamente las nuevas y emergentes teorías. Este modelo nos predispone a cuestionarnos las propias, lo que conlleva a la pregunta ¿Por qué sostengo lo que pienso? Sobre todo cuando hay evidencia empírica de que algunos modelos teóricos no son siempre suficientes para las problemáticas diarias.

Si los métodos de conocer-hacer no son suficientes en algunos o en muchos caos, se tienen que cuestionar, para no seguir en un error constante, o se deben de ver otros marcos teóricos, lo que implica un accionar complejo.

La imagen que el paradigma de la complejidad va configurando es muy diferente, y en cierto modo, opuesta, de la realidad simplificada (Munne, 2004). Un accionar complejo, interactúa con la novedad de lo no esperable, concede interactuar con otras disciplinas o conceptos derivados en ellas, permite la escucha de ideas aparentemente antagónicas a nuestros postulados. A mediano plazo este crisol puede resultar indispensable para apuntalar nuestros conocimientos o para reestructurarlos parcial o totalmente, pero se requiere una actitud tolerante, abierta y crítica.

Otro punto importante que emerge del nuevo paradigma es el de erradicación de la dicotomía axiológica de las teorías, es decir, nos elicit a no desestimar teorías que recorran caminos alternos a nuestra línea ideológica. El “se desecha HO”, se convertirá, en “en estas condiciones específicas, HO no aplica”. Se pasará de considerar “este método es verdadero, por que en esta ocasión funcionó, ò, esto es falso por que esta vez no funcionó”, a saber que “los métodos pueden funcionar o no y siempre del mismo modo o no, para todas las personas o sólo para algunas; en todo momento o sólo temporalmente, y en todas las culturas o sólo en la propia”. Hay técnicas que serán eficaces en algunas

personas y en otras no. Las teorías no son verdaderas, ni falsas, en sí mismas. Pueden ser o no aplicables, pueden dar o no resultado, sin ser descartadas o aceptadas para siempre. También las teorías evolucionan, son sistemas abiertos, los sistemas cerrados colapsan. En el paradigma complejo, la interdisciplina es fundamental en los modos nuevos de conocer-hacer. El avance vertiginoso de la tecnología es propiciado en gran medida gracias a las interacciones de distintas disciplinas.

La comprobación empírica es fundamental en el método científico. La contrastación de lo expuesto teóricamente y su relación entre lo esperable y lo obtenido es determinante para seguir usando ese modelo o cambiarlo, eliminarlo o reestructurarlo. En psicología, cuando una teoría, método o técnica no funciona de acuerdo a las expectativas previas, hay que hacer un análisis crítico, y, con sumo cuidado, determinar si dicha teoría es o no aplicable en esta ocasión o si puede robustecerse con teorías y técnicas alternas. Con la finalidad de descartar que, si el efecto de una intervención psicológica (clínica, laboral, educativa, social etcétera), no esta dentro de un rango aceptable, no sea ocasionado por alinearse a un marco formacional inamovible. La complejidad no es una receta para conocer lo inesperado. Pero nos vuelve prudentes atentos, no nos deja dormirnos en la mecánica aparente (Morin 1995).

En la actividad de la disciplina psicológica es común usar cotidianamente tal o cual método y a confesarnos, en una posición polar. En concordancia con lo anterior Teodoro (1999:3) dice:

“comprometidos con su ejecución, hasta allí todo va bien. El inconveniente deviene de la consideración de exclusividad excluyente del mismo, en detrimento de los demás, tanto en referencia a sus propios procedimientos como a las personas que los llevan a cabo”.

Cuando se adopta una teoría como estandarte ideológico, la tendencia, es operar en este marco teórico únicamente. Esta posible visión de túnel puede llevar

a descalificar teorías alternas, descalificar sus métodos y descalificar a las personas que las aplican. Esta forma de accionar es la de un sistema cerrado que sólo será aplicable en contextos y situaciones muy específicos, colapsando en otras. En el mejor de los casos lo único que pasa es que limita el accionar profesional.

Uno de los frutos del nuevo paradigma, se sitúa en que se comienza a aceptar que distintas disciplinas en trabajo conjunto, pueden aportar mayor conocimiento en un tema específico, que el mismo tema tratado sólo unidisciplinariamente. Es decir el análisis de un tema interdisciplinariamente, generará conocimientos que no estarían disponibles si el mismo tema se tratase sólo en una sola disciplina. Si el método interdisciplinario es productivo entre distintas disciplinas ¿Por qué en psicología se considera inapropiado el eclecticismo teórico y práctico, de conocimientos generados por psicólogos de distintas corrientes?

El disponer de un paradigma complejo provoca que en psicología las distintas corrientes puedan converger. No se puede entrar en la interdisciplina o en la transdisciplina, si en la misma disciplina no se ha usado sistemáticamente el respeto ideológico entre corrientes psicológicas. Es paradójico exigir tolerancia afuera (interdisciplina) actuando intolerantemente dentro de la misma disciplina (intradiciplina).

Psicología y epistemología

Epistemología, según Ceberio y Watzlawick (1998), citados en Jaramillo (2003:2)

“...epistemología deriva del griego espíteme, que significa conocimiento, y es una rama de la filosofía que se ocupa de todos los elementos que procuran la adquisición de conocimiento e investiga los fundamentos, límites, métodos y validez del mismo”.

Ricci (1999) citado en Jaramillo (2003:4) homologa a la epistemología con un mirador u observatorio de la realidad, que usa filtros que la escrutan, la evalúan, *“dándose cuenta que no se halla fuera de ella, sino contribuyendo a constituirla, es decir, no es meramente un proceso de observación, si no una participación activa en el hecho o fenómeno estudiado”.*

La epistemología es la base donde se sustentan los conocimientos de las distintas disciplinas, por lo tanto su construcción es laboriosa y tratar la epistemología desde las ciencias de la complejidad es mas complicado todavía. Se menciona la teoría de Maturana en relación a las problemáticas de la psicología con un enfoque complejo, sin pretensión de universalidad.

La psicología como disciplina, como ciencia, o como se le denomine, es un cuerpo de conocimiento, que crea modelos, con la intención de ayudar al individuo en la relación consigo mismo, con sus semejantes y con su medio. Los fenómenos denominados psicológicos siempre han existido, Gengis Kan, Alejandro Magno, Benito Juárez, Ramses II, Aristóteles o Cristóbal Colon, tuvieron expresiones psicológicas, aun sin ese nombre.

En la búsqueda de su independencia, la psicología, usó lo disponible, a saber, el paradigma dominante y ahí mismo engendró su contrapeso. Recordemos que todas las disciplinas se apegaron al paradigma mecánico y lineal. La

psicología se alineó, suponiendo que al hacer esto, sería reconocida por las otras ciencias. Así que debía escoger un sólo objeto de estudio, que no fuera vago ni ambiguo. Mateo (2002:319) menciona: *“La psicología quizá debería volverse, hacia la búsqueda de los patrones y regularidades que emergen en los procesos complejos que le son característicos. Desarrollados en una multiplicidad de niveles intercomunicados”*.

El momento actual es una revaloración del entramado multifactorial en el que todos los elementos dentro de un sistema, se influyen unos a otros, como en una red neural, en la que lo emite uno de los elementos, puede o no, influir en elementos aparentemente desconectados del emisor. Estos potenciales de acción emitidos en todos y cada uno de los elementos, tienen un efecto acumulativo y una consecuencia. Aunque no se pueda determinar con certeza que tipo de consecuencia en específico. La cultura, la sociedad, las formas de crear conocimiento en las disciplinas científicas, están siendo influenciadas por una visión compleja y multifactorial – el desarrollo sustentable, el sobrecalentamiento de la tierra, la búsqueda de fuentes alternas de energía, el cuidado del agua, etcétera --. Nuestra disciplina está siendo abordada ya con estas nuevas gafas.

Las teorías ya no puede ser aceptadas sólo por su retórica, sino por su correspondencia entre sus hipótesis y sus consecuencias, no se elige una vía relativista. Se requiere rigor metodológico y crear conocimiento aplicable.

Según Soto (2000:4):

“...existen psicólogos ingenuos que siguen creyendo, sin un análisis escrutador, que sus presupuestos son la verdad, al menos en su discurso ferviente lo denotan. Esto, mas que favorecer una actitud científica que aliente la construcción del conocimiento psicológico hace que la psicología se convierta en acto de fe. Baste seleccionar la corriente o especialización de su preferencia para tragarse los dogmas que habrá de practicar”.

La psicología, al igual que las demás ciencias, trabaja para generar conocimiento. Los medios o instrumentos teóricos o metodológicos pueden ser varios o mutar con el tiempo, pero siempre tratando de generar procesos, métodos que tengan aplicabilidad o concordancia en el mundo concreto. Tal vez el mayor impacto del pensamiento moderno en la psicología fue el suponer que la aplicación exitosa de una teoría en algunos casos, era sinónimo de universalidad. Hoy sabemos que el obtener un resultado determinado es sólo una forma de obtenerlo, ya que debido a la complejidad de interacciones de los distintos elementos, no podemos saber cuantas formas de obtener el mismo resultado existen. Por lo tanto, el avance de cuerpo de conocimientos de la psicología está en función de la variabilidad de instrumentos conceptuales e investigativos que los psicólogos utilicen.

El aceptar que los resultados serán distintos y en relación con las gafas que se usen, ya sean del conductista, del cognitivista, del analista, del gestaltista, del psicólogo social, del clínico, es acorde a la visión compleja.

Surgen las siguientes cuestiones:

¿La psicología implica lo cognitivo (recuerdos, pensamientos representaciones, aprendizaje, inteligencia, memoria, lenguaje, percepción, automatizaciones, creencias, deseos, inconciente)? Si.

¿La psicología se limita sólo a lo cognitivo?

¿La psicología implica a los mecanismos fisiológicos (áreas corticales determinadas donde se asientan las cogniciones de acuerdo a su naturaleza perceptual, los procesos mecánicos neurales y endócrinos que se correlacionan con las interpretaciones, los estados fisiológicos (emociones) habituales o no, que primero se aprenden y después se elicitan de manera automática en los sujetos)? Si.

¿La psicología se limita sólo a lo fisiológico (sensaciones y emociones)?

¿La psicología implica también ejecuciones motoras, denominadas conductas, con las que el sujeto opera en su ambiente? Si.

¿La psicología se limita sólo a la conducta?

Además la psicología estudia: las interacciones entre estas tres dimensiones: la cognitiva, la fisiológica y la conducta. La psicología estudia también las teorías, los métodos y las técnicas para conocer y/o modificar, alguna, dos o las tres dimensiones. La psicología es compleja y es borrosa, no puede establecer un objeto de estudio con límites muy precisos. Hacerlo así, implica una visión de túnel y reduccionista. Podemos encontrar una bibliografía inmensa de estudios psicológicos en lo cognitivo, en lo fisiológico y en lo conductual, sin embargo esta fraccionada. Algunas corrientes psicológicas consensuaron sus objetos de estudio y quemaron las naves.

Aquí surge la pregunta ¿Por qué la psicología fragmentó las soluciones aplicadas a los problemas derivados de su objeto de estudio, siendo éste por naturaleza complejo? El paradigma mecánico de una sola verdad, de una sola forma y de verdades disciplinares universales, tuvo que ver. Nuestra disciplina, como tal, nació en un paradigma que la limitó. En un monismo ideológico, teórico, y técnico.

El enfoque complejo, empieza a permear las formas de pensar-conocer-hacer en las distintas ciencias, en psicología comienza a no aceptarse una realidad única y universal que es igual para todos y cada uno y que existe independientemente del observar del observado. Ya que con este planteamiento las habilidades cognitivas del sujeto son esencialmente pasivas en un mundo donde el orden ha sido previamente definido (Ruiz, 1997:1).

Heidegger, al afirmar que el estar en el mundo se toma como existir y existir se toma como estar en el mundo, el pensar es una forma de existir del existente (Ovejero 2001). Entonces sentir, es otra forma de existir del existente y actuar es la otra forma de existir del existente. Estas tres formas en las que existe el existente –pensar, sentir, hacer- son los procesos básicos de los que derivan las expresiones humanas. Toda expresión humana esta basada en la interacción de estos elementos, (y sus contenidos) con el contexto único e irrepetible del momento presente del individuo. La psicología tiene su campo de acción en las dimensiones donde la persona piensa, siente y hace, es decir en lo cognitivo, en lo fisiológico y en lo conductual o comportamiento.

La psicología es compleja, por que estudia al ser humano como totalidad y no puede reducirse, como algunas corrientes lo supusieron al estudiar sólo una de estas dimensiones que compone al ser humano, estudiaron por separado la cognición, la fisiología o la conducta.

Somos una totalidad conformada por subsistemas con funciones únicas que interactúan sincrónicamente y al unísono, en una interconexión funcional y una retroalimentación perenne. -son importantes las partes, las interacciones entre las partes y el todo como resultante de esas interacciones-. Lo anterior no significa que cada uno de los elementos estructurales del sistema realice la misma función que los demás, es decir, cada elemento tiene una especificidad funcional delimitada muy evidente, que debe cumplir, en función con las estructuras que posee originadas por el aprendizaje en su historia de vida. Además de la retroalimentación entre esquemas y contenidos de cada subsistema -el cognitivo, fisiológico, conductual-.

En el presente cada persona es, en lo general y en lo singular, la consecuencia del cúmulo del aprendizaje -contextual y voluntaria- de cada una de las dimensiones que la conforman, el aprendizaje y la información que puede asimilar el sistema, no concluye.

Cada reestructuración, reelaboración, re-aprendizaje, reentrenamiento, recomprensión, realizada significan un cambio del subsistema en particular –ya sea cognitivo fisiológico, o conductual- en el que se llevó a cabo dicho cambio cualitativo o cuantitativo. Este incremento puede llegar a ser notable en la suma total de los componentes del sujeto, pero no garantiza que un cambio estructural, en un subsistema en particular, le transfiera a los otros subsistemas en el individuo, el mismo incremento a cada uno de ellos, El cambio en un subsistema, se puede percibir en el sujeto, pero que no directamente ni en la misma medida en un subsistema o elemento distinto.

Existen diferentes aproximaciones epistemológicas de la psicología, concebidas en el paradigma complejo. Tienen algunas constantes como considerar al humano como un sistema viviente o natural, complejo, autopoietico y abierto, intercambiando energía y modificándose mutuamente con el entorno, desenvolviéndose como elemento en interacción con otros sistemas vivientes y en contextos específicos, en donde las interacciones no son lineales, sino pueden provenir del contexto hacia el interior de cada sistema, así como provenir de cada sistema viviente hacia su contexto, cada sistema viviente, a su vez está compuesto por subsistemas e interacciones entre éstos, y estas interacciones no son repetidas al infinito, es decir, cuando en la experiencia de vivir el viviente se enfrenta a situaciones a las cuales nunca antes se había enfrentado, situaciones caóticas por no ser esperables ni regulares, puede suceder lo siguiente:

- Cuando el sujeto se encuentra una situación idéntica a la anterior, lo único que tiene que hacer es aplicar los esquemas de los que ya dispone.
- Los aplica hasta llegar el momento en el que el proceso se automatiza por completo, en este caso decimos que se ha formado un hábito.
- Cuando la situación es nueva, el sujeto tiene que hacer cosas distintas, aplicar esquemas por semejanza con otras situaciones que guarden algún parecido.

- Si la situación es muy distinta, el sujeto puede no encontrar en su repertorio de esquemas ninguno adecuado, y por ello no será capaz de resolver la situación.

En el caso anterior el sujeto no habrá formado esquemas nuevos, ni se habrá producido un proceso dentro del sujeto, porque no habrá podido asimilar la situación, por tanto, acomodarse a ella. Vemos que el sujeto aprende principalmente en situaciones que difieren algo de situaciones anteriores. Y no aprende en situaciones idénticas a otras pasadas en las que sólo aplica esquemas formados anteriormente, ni tampoco en situaciones totalmente nuevas, para las que no dispone esquemas adecuados, ni siquiera próximos. Los esquemas se van combinando entre sí a lo largo del desarrollo dando lugar a sucesiones más complejas.

Los puntos anteriores provienen de la epistemología genética de Piaget, que denotan cómo la complejidad ha estado dentro de nuestra disciplina, sin el nombre de complejidad.

Esta interacción siempre nueva, entre viviente y contexto, puede ocasionar, en el sistema viviente, una interacción latente² donde la retroalimentación misma modifica a los elementos interactuantes. Estas interacciones pueden generar un conjunto de fluctuaciones aleatorias que comportan ambigüedad o incertidumbre dinámica (Mateo 2003). Un punto importante en la concepción de sistemas, es que los límites operativos entre elementos de un sistema, pueden devenir del rango de influencia de los elementos.

Por ejemplo: La dimensión cognitiva de un sistema viviente (persona) es un subsistema. Con elementos constitutivos e interacciones cotidianas y latentes

² Latente, como posible dentro del sistema, aun cuando no se haya, manifestado con anterioridad. Se considera latente a una interacción que le es posible a un sistema, aún cuando nunca antes hayan existido las condiciones necesarias para que dicha interacción se manifestara (volar o generar girasoles en la anatomía no son interacciones del sistema viviente humano). Solo lo determinado estructuralmente es latente.

propias, sin embargo, una interacción en este sistema, puede no tener repercusiones en la dimensión relacional del sistema viviente, es decir, en la conducta -un sujeto puede decidir hacer ejercicio todos los días y aun así, no llevarlo a cabo-. Se puede considerar que la dimensión cognitiva -subsistema perteneciente al sistema viviente humano-, tiene un límite operativo y el sujeto depende de las interacciones acopladas de otro subsistema, logrando así congruencia en los subsistemas del individuo o incongruencia en caso de que el sujeto piense algo, sienta otra cosa y haga una tercera cosa distinta a las dos anteriores.

Existen considerables escritos en relación a la epistemología de la complejidad, aunque minúsculos en comparación con otras líneas del conocimiento científico en general. Dentro de la incipiente literatura, la de la psicología es todavía más reducida, y concretamente sobre epistemología de la psicología desde las ciencias de la complejidad es todavía menor. Algunos autores que tratan el tema nuestro idioma son: Francisco Varela, Miguel Ángel Mateo García, Juan Soto Ramírez, Frederik Munne, Humberto Maturana, etc. dentro de estos en Ruiz (1997:2), menciona que

“La contribución de Maturana a esta nueva proposición epistemológica es fundamental. Él es, junto con Lorenz (1973), uno de los primeros científicos de la biología que propusieron que el conocer es un fenómeno biológico que puede solamente ser estudiado y conocido como tal, y que ha desarrollado una completa teoría biológica consistente con esta mirada. Además, él propone que la misma vida debe ser entendida como un proceso de conocimiento, en la realización del vivir en congruencia con el medio. El trabajo de Maturana puede ser, por lo tanto, caracterizado como un sistema explicativo ontológico unitario de la vida y de la experiencia humana. Es ontológico porque visualiza a la experiencia humana desde un punto de vista situado dentro de las condiciones de constitución de lo humano y no desde una posición externa, y es explicativo porque propone una mirada de la dinámica de relaciones que genera los fenómenos del conocimiento”.

Conforme a lo anterior, todo sistema opera de acuerdo a su estructura interna, con las interacciones de las propiedades de sus componentes. Si opera conforme a su estructura es un sistema determinado estructuralmente, pero el hecho de que los sistemas vivos estén sometidos al determinismo estructural no significan que son previsibles, (Mariotti, 1999). La estructura de tal sistema determina todo lo que ocurre en él o a él, en términos de cambios internos como en términos de lo que el puede encontrar en una interacción, Como dice Ruiz (1997:5)

“esto implica que todos los cambios estructurales que un sistema experimenta no son determinados por los agentes externos que el observador ve como actuando sobre él, sino que están determinados por la dinámica estructural del ser vivo”.

Por lo tanto el sistema viviente sólo puede interactuar con aquellos elementos externos que su dinámica estructural actual admite y especifica. Entonces el cambio estructural del sistema viviente sigue una línea distinta a la interpretación que un observador hace de su contexto, es decir, los cambios que surgen dentro de las interacciones en un sistema viviente están determinados por la dinámica estructural del ser vivo y no por lo externo. Aún cuando el sistema viviente le otorgue, verbalmente, este poder al contexto o al estímulo. Sentimos miedo porque estamos estructuralmente determinados a sentirlo, no porque un elemento nos lo introyecte o existan elementos ontológicamente compuestos de esta cualidad.

Como Maturana conceptualiza a la persona en Ruiz (1997), otro ejemplo de las interacciones del sistema viviente, radica en que estamos determinados estructuralmente a decidir, más no a saber que vamos a decidir. Estamos predeterminados a la ingesta, no a que tipo de alimento ingerimos. Estamos predeterminados a amar, sin embargo la persona que amamos no elicit el mismo sentimiento en todos los individuos, lo que indica que el sentimiento denominado amor está en la dimensión estructural interna.

De nuevo en Ruiz (1997:6), Maturana distingue dos dominios que no se intersectan: el sistema viviente y el medio. El dominio en el cual el sistema es una totalidad, -las estructuras internas del individuo- es denominado sistema viviente. Biológica y funcionalmente somos similares a otros mamíferos. Los cambios metabólicos, hormonales, el consumo de oxígeno, la transmisión de estímulos eléctricos a través de Sistema Nervioso Central y otros procesos neuroendocrinos.; Es similar en nuestra especie, en los monos y otros mamíferos. Un mamífero que esté en cautiverio, no puede modificar estos procesos internos por una condición externa. Pueden inhibirse ciertas reacciones pero no desaparecer. Es decir, el contexto de cautiverio, no necesariamente, impactará en la estructura determinada estructuralmente (interna), y si llega a suceder, no puede direccionar las modificaciones internas, la estructura interna sufre cambios gatillados³ por el contexto pero no puede especificarlas (Ruiz 1997:6). El sistema viviente se desenvuelve en dos dimensiones, en dos sistemas, que se gatillan perennemente, pero que no se determinan categóricamente.

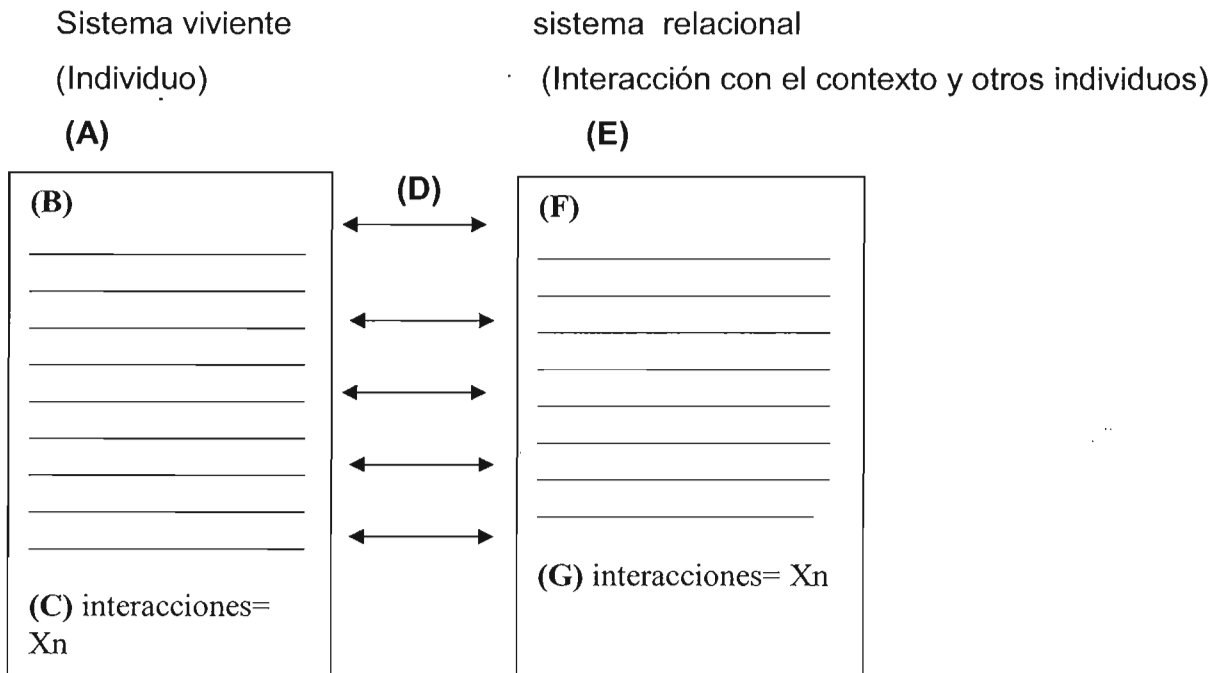
La conducta no pertenece a la dimensión interna del sistema viviente. Pertenece a la dimensión relacional del sistema viviente con otros sistemas vivientes y con el contexto situacional donde se opera esta dinámica relacional. Los fenómenos de una persona pueden localizarse en dos dimensiones a) la internamente estructurada y b) la conducta. Estas dos dimensiones se retroalimentan perennemente y gatillan cambios una en la otra, logrando así una interacción dinámica, pero no determinado, donde el exterior tensa o gatillea al sistema viviente, en el cual se dan interacciones internas que pueden ser nuevas o no, y reaccionar, posiblemente, con una conducta modificada (si se modificaron las interacciones internas, en ocasiones la conducta como output se percibirá cambiada). Al accionar el sistema viviente con una conducta modificada, la dimensión relacional se ve también impactada, al percibir una conducta distinta, por lo tanto, la dimensión fenomenológica relacional del individuo también se

³ Se entiende “gatilleo” como una acción de “poner en marcha” a otro sistema, como una especie de espasmo, sacudida que elicitaba una acción, pero no la dirige.

modifica en su estructura. Los sistemas vivientes y el medio cambian en una interacción de congruencia estructural a través de su mutuo gatilleo recursivo de cambios estructurales (Ruiz, 1997:7).

La interacción modifica, lo interno, lo externo y la conducta. Entonces los cambios estructurales de un sistema viviente no están determinados sólo por un determinismo genético, ni por un determinismo social, ni por la intencionalidad del mismo individuo, sino por los contenidos que generan las interacciones entre el sistema viviente y su medio, que se retroalimentan sistemáticamente.

Los cambios estructurales que se dan en un sistema viviente (persona) en su vivir, surgen concomitante y contingentemente a la secuencia de interacciones del sistema cuando opera como totalidad en su dominio de existencia. El entorno alcanza su unidad mediante el sistema y jamás abandonando la relación con éste. Por lo tanto no pueden existir entornos independientes de sistemas así como tampoco sistemas sin entorno (Robles, 2002). Así como no pueden existir sistemas sin entorno, tampoco pueden existir elementos sin relaciones, sin interacción o procesos relacionales. Maturana conceptualiza a la conducta como una dinámica de cambios que involucra a dos sistemas operacionalmente independientes: el sistema viviente y el medio. La conducta pertenece al dominio de las relaciones del organismo, no al organismo (Ruiz, 1997). La conducta, como la relación entre un sistema viviente operando como totalidad y el medio operando como entidad independiente, no toma lugar en el dominio anatomo-fisiológico pero depende de él. Es decir, los fenómenos anatomo-fisiológicos son necesarios para que la conducta pase, pero no la determinan, ya que estos fenómenos se desarrollan solamente en el sistema viviente.



Ruiz (1997), basado en Maturana, percibe así la complejidad sistémica en la cual está inmerso el individuo:

- A- Es el individuo como sistema viviente, como totalidad, conformado por subsistemas e interacciones internas.
- B- Son los elementos o subsistemas del sistema viviente, que son autopoiéticos (el sistema produce células que producen el sistema que producirá nuevas células, recursividad)
- C- Son las formas de interactuar de los elementos que componen al sistema viviente -cognición, fisiología conducta-. Estas interacciones son dinámicas, evolutivas, no lineales y constantemente enriquecidas a la "N", entre más retroalimentación exista entre los subsistemas y mundo contextual donde se desenvuelve el sistema viviente (sujeto), más enriquecidas y variadas serán estas interacciones y las estructuras derivadas.
- D- Son las interacciones entre el sistema viviente y su mundo relacional, contextual o donde se relaciona con otros sistemas vivientes (sujetos). Estas interacciones sólo gatillan, timbran, echan andar a los subsistemas del sistema viviente, pero no lo determinan, no le imponen

la respuesta ni le dictan la reacción. Aún cuando una misma acción se perciba y está haya tenido una misma respuesta del sistema viviente, esto no garantiza que siempre será la misma respuesta dentro de los subsistemas, es decir, el ambiente no determina al sujeto, el sujeto puede reaccionar o no como siempre ha reaccionado -el agresor puede ser golpeado después de años de no recibir respuesta del agredido, el infiel puede ser abandonado después de la última infidelidad, el obeso puede resistirse a la ingesta desmedida-. *“La conducta como la relación entre un sistema viviente operando como totalidad y el medio operando como una entidad independiente, no toma lugar en el dominio anatómo-fisiológico del organismo, pero depende de él”* (Ruiz, 1997:7). Se reitera que los fenómenos o funciones anatómicas y fisiológicas son necesarias para que la conducta pase, pero no la determinan, no condicionan una conducta específica, porque estos fenómenos sólo se presentan en el sistema viviente y la conducta está en la dimensión relacional del individuo, la conducta pertenece al dominio de las relaciones del organismo, no al organismo. La conducta que el sujeto exhibe, es producto del sistema como totalidad, del medio y de las interacciones.

- E- Es el sistema relacional, social, donde el sistema viviente interactúa con otros sistemas vivientes, es el contexto, su circunstancia, en la que opera.
- F- Son los elementos de los que está compuesto el sistema relacional
- G- Son las interacciones que articulan, a los elementos del sistema relacional.

Ruiz (1997), basado en Maturana, menciona dos dimensiones que actúan conjuntamente sin reducirse una a la otra, sino como dos sistemas en interacción y modificación mutua y constante, el hombre impacta en sus congéneres y su medio y viceversa. Estos dos dominios fenoménicos no se intersectan, y por lo tanto, no pueden ser reducidos el uno al otro, los cambios de uno afectan lo que pasa en el otro. Esto es así porque hay una relación mutuamente generativa entre ellos a través de las interacciones estructurales actuales del sistema viviente y el

medio (Ruiz 1997:6). Los conocimientos no parten únicamente, ni del sujeto (introspección) ni del objeto (pues la percepción misma trae consigo una parte considerable de organización), sino de las interacciones entre sujeto y objeto (Giraldo, 2004).

La distinción de estas dos dimensiones, sistema viviente y mundo relacional, es un punto de partida, para una concepción epistemológica compleja, sin ser la única teoría en psicología, desde la complejidad.

El contenido cognitivo, aún cuando se conforma en la interacción y en el lenguaje que pertenece al mundo relacional, tampoco puede reducirse a estas dos dimensiones fenomenológicas. El ser humano, además de existir como sistema viviente (con interacciones de sus elementos internos) y como totalidad en un mundo relacional, y tener a la conducta como medio interactivo entre lo interno y lo externo, tiene otro subsistema que es el más distintivo de la especie, el cognitivo el cual tampoco puede reducirse a lo fisiológico, ni a la conducta. Es un subsistema de operación independiente, que se construye, entre otras variables, con las interacciones de la fisiología, del contexto, de la conducta, de la volición. Esta dimensión cognitiva, no puede ser localizada en el mundo relacional, le pertenece internamente al individuo. Pero tampoco puede ser localizada o reducida en la fisiología, si fuera así, la madurez implicaría la manifestación contingente de nuevos y evolucionados esquemas cognitivos espontáneamente, en paralelo con el desarrollo.

La identidad psicología (self) de cada sujeto humano es el resultado único (peculiar) de procesos de autoorganización en los que las cogniciones (dimensión cognitiva) y las emociones (dimensión fisiológica), se van construyendo recíproca y progresivamente, estableciéndose restricciones mutuamente, Lewis 1997 citado en (Mateo, 2003:322).

El ser viviente está conformado por:

- ▶ La dimensión anatomo/fisiológica, que es la más determinada.

- ▶ La dimensión cognitiva, que se construye, por las interacciones, interpretaciones, percepciones, el contexto.
- ▶ La dimensión conductual, que es la dinámica de accionar en el mundo relacional.
- ▶ Las interacciones entre los elementos de sus subsistemas y el contexto.
- ▶ La intencionalidad, o volición del self

El humano, la persona, el individuo, el sujeto, el sistema viviente es complejo ontológicamente, las interacciones entre los elementos que conforman al sistema viviente, son sumamente complejas, la interacción con los otros sistemas vivientes es compleja, el contexto creado por la múltiples interacciones relacionales es muy complejo, no es tan lineal, tan fácil, tan simple y reducido. Por lo tanto es necesario que la epistemología en la psicología se homologue a un mundo concreto que transpira complejidad, donde cada parte se relaciona con el todo, sin perder su singularidad. Donde el todo puede revolucionar la parte, sin precisar el cambio. El mundo es complejo, el ser humano es parte del mundo, la psicología es parte del ser humano, por lo tanto es compleja.

De acuerdo con Morin (1995:23) *“el pensamiento complejo aspira al conocimiento multidimensional”*

La propuesta de Maturana es trascendental en una construcción compleja del ser humano. Como ya se mencionó Maturana considera que el ser humano es un sistema viviente que se desenvuelve en dos dimensiones: la relacional y la interna, sin embargo en la interna el sistema viviente, puede subdividirse en su contenido cognitivo y su sistema anatómico-fisiológico.

La dimensión relacional es donde se llevan a cabo las interacciones con todos los elementos del contexto donde se desenvuelve el individuo. Ya se mencionó que la conducta pertenece al sistema relacional, contextual o social del individuo. Las interacciones que se susciten, cíclicamente, en esta dimensión,

construirán el repertorio de habilidades sociales de dicho sujeto, y este repertorio es el que le permitirá el nivel de interacción con el ambiente. La conducta tiene como función primordial el operar en el mundo concreto, -ni la cognición, ni la fisiología pueden interactuar directamente en el mundo concreto, el individuo como totalidad, dispone de su dimensión conductual como medio de interacción con el contexto-. Nos desarrollamos en un mundo concreto y social, cuyas retribuciones al individuo serán en función al tipo de acciones que el sistema viviente (sujeto) ejecute en la sociedad donde viva. Aún cuando las conductas están cimentadas en lo biológico y lo psíquico, la conducta no se puede localizar en éstos. Entre más habilidades aceptadas y cotizadas socialmente posea un individuo mayores retribuciones sociales experimentará. El elemento conducta no piensa, no siente, sólo ejecuta, pero es el único directamente observable y el único que interacciona con el mundo concreto de forma evidente.

La dimensión anatomo-fisiológica es donde se experimentan las emociones. Las emociones, en sus formas básicas, se trata de estados afectivos globales de agrado, neutralidad o desagrado, con una gran cantidad de gradientes, los procesos de elicitación de emociones son complejos, que no constituyen expresiones de programas preestablecidos, que desempeñan una función biológica adaptativa, y por tanto, están especificadas filogenéticamente y no son aprendidas (Mateo, 2003:322). No se aprenden, pero si se pueden elegir.

Cada persona dispone de un patrón cotidiano de emociones con el que habitualmente resuelve sus interacciones. Las emociones son similares, fisiológica y fenomenológicamente, en todos los individuos y las culturas, aunque los estímulos que las provocan difieran. Las emociones son en si mismas sistemas auto organizados, y este sistema confluye, concomitantemente con el contenido cognitivo y la dimensión relacional del sistema viviente.

La percepción, tiene como objeto reconocer los estímulos, e interpretarlos. Esto no es suficiente para un ser vivo. Además, necesita saber si esto que ha

percibido le es útil, favorable, desagradable o peligroso, los seres vivos cuentan con las emociones para determinar la valencia de lo que han percibido (V.J. Wukmir (1967) citado en González, Barrull, Pons y Marteles, 1998). La emoción es una respuesta inmediata del organismo que le informa del grado de favorabilidad de un estímulo o situación. El sistema viviente, en su dimensión anatómico-funcional, tiene en forma de latencia, la posibilidad de experimentar un gran número de estados fisiológicos o emocionales desde sentimientos de destrucción hasta el éxtasis. Aquellos estados químico-fisiológico que se eliciten de manera recurrente en el sistema viviente, construirán una memoria somática, que los hará más regulares en uso. "*Las emociones son siempre reales, pero pueden no ser verdaderas*" (V.J. Wukmir (1967) citado en González, Barrull, Pons y Marteles, 1998:2).

La activación neural, la aceleración sistólica, la sudoración, el cambio de respuestas galvánicas, la respiración, la segregación de hormonas por el sistema endocrino correspondiente al significado contingente que le asigne la dimensión cognitiva a través de experiencias previas del sujeto, y todas aquellas estructuras que participan en una aferencia, son ejecutadas sobre los patrones activados con más frecuencia -hay que diferenciar las respuestas del sistema parasimpático, que son un arco reflejo-. Si un organismo activa un tipo de respuesta fisiológica de forma repetitiva y cíclica, este circuito estará disponible, a velocidad de disparo, para entrar en acción, pues si es usado consecutivamente y no se presentan intentos de reestructurarlo, la memoria somática no dispondrá de mucha variedad disponible de primera mano y elicitará dichos patrones regularmente, ya sea que el sujeto los considere como favorables o no.

Si durante lapsos largos de tiempo se ha ejecutado este circuito neuronal-hormonal, la antena de repetición, el encéfalo, la seguirá ejecutando perennemente -lo fisiológico no discrimina-, hasta que no se reelabore este circuito topográficamente y sea, cambiado, modificado o enriquecido con nuevas

conexiones neuronales que implique el uso de áreas cerebrales, disponibles pero no usadas, ante el estímulo que activaba el primer circuito no adaptativo.

En el transcurso del desarrollo se forman los circuitos más básicos que registrarán y condicionarán -aunque no los determinarán categóricamente- acontecimientos futuros. Estos circuitos neuroendócrinos son las estructuras en las que se verterán las nuevas experiencias, el sujeto al percibir nuevas experiencias las procesará con estos circuitos primarios y al ser activados de forma cíclica formarán circuitos neurales de uso continuo. Es decir, la activación cotidiana automatizará la activación de estos patrones construidos por la regularidad de su uso. La dimensión fisiológica, sólo siente, es decir, le da a las percepciones valencias de favorabilidad, neutralidad, o de desagrado.

Esta dimensión fisiológica interactúa con lo cognitivo y con la dimensión relacional, pero conserva cierta independencia de éstos.

La dimensión cognitiva, es la dimensión que nos hace diferentes de las demás especies. Todos los sistemas vivientes interactúan con su medio, todos los sistemas vivientes experimentan fenómenos químicos que les permiten su supervivencia, pero la dimensión cognitiva del sistema viviente humano es única. En ella se construye, por interacciones internas y externas, el conocimiento, los esquemas, el lenguaje, la percepción de sí mismo como ente cognoscente

De acuerdo con Guadarrama (1974) sobre lo cognitivo o psíquico:

“El término se aplica a los fenómenos internos del ser humano, en cuanto procesos conscientes o inconscientes con los que se caracteriza su vida interior como individuo, tales como percepción, aprendizaje, entendimiento, voluntad, memoria, sentimientos, afectividad, etc.”

. Una representación o cognición no es un neurotransmisor, una evaluación no es una segregación de ciertas hormonas que se correlacionan con un estado

fisiológico determinado, si fuera así el cambio en patrones habituales de pensamiento implicaría el cambio en patrones habituales de estados fisiológicos y viceversa. Lo psíquico pertenece a una categoría distinta al cuerpo, pero nunca dejarán de interactuar armoniosamente

Es importante mencionar que el psicólogo se enfrenta al reto de ayudar al sujeto a crear nuevos patrones no sólo cognitivos, sino fisiológicos y conductuales. Es poco probable que cogniciones opuestas puedan crear un contrapeso concreto al circuito mecánico que se activa de forma cíclica y con años de uso con una bioquímica muy específica, o a generar conductas que no han sido ejecutadas sistemáticamente. Es necesario tratar los contenidos de las distintas dimensiones –pensar, sentir, hacer- con técnicas y métodos dirigidos a cada dimensión en específico, además de procurar congruencia de los contenidos en una misma dirección. Se requiere reestructurar los contenidos de la dimensión cognitiva, pero también los contenidos de la dimensión fisiológica y los de la dimensión conductual, buscando congruencia de contenidos, a favor del sujeto, en las tres dimensiones.

Según Morin (1995:100) *“la visión no compleja de las ciencias humanas, implica pensar que hay una realidad económica, por una parte, una realidad psicología, demográfica, creemos que estas categorías son realidades”*. Así como no se puede diseccionar realidades en el mundo, donde las fronteras disciplinares se diluyen y se entrelazan, en psicología pasa un fenómeno similar.

Las teorías que sólo se enfocan por separado, o en la cognición, o en la conducta, en el medio, en el darse cuenta, ya están siendo superadas, ya no están cubriendo las expectativas, al menos no en todos los casos. Un accionar complejo nos invita a tratar los subsistemas –cognitivo, fisiológico, y conductual- como totalidades, elegir teorías y técnicas acordes a la ontología de cada uno y después analizar las consecuencias en la totalidad, el sujeto.

De acuerdo con Morin (1995:100) *“la conciencia multidimensional, nos lleva a la idea de que toda visión unidimensional, parcial, es pobre”*

Psicología y teoría

La psicología tiende a su consolidación como ciencia y profesión. Como profesión busca que la sociedad no sólo reconozca la eficacia de la psicología, sino que sienta la necesidad imperativa de requerir de sus servicios como una opción ecológica y económica sobre otro tipo de alternativas, con resultados contingentes, perceptibles, inminentes y cuantificables a la problemática del sujeto en turno.

Una de las consecuencias del paradigma mecánico, fue la separación del sujeto-objeto. Esto fue bien intencionado, pero no tan cierto, es decir, es borrosa esta separación, ya que para algunos eventos es correcta y en otros no es posible.

Esta separación condujo a una concepción de la realidad única, es decir, se supuso que el mundo concreto era el mismo para todos, y esto es cierto desde un punto de vista, el sol, las nubes, el bosque, un tren, un avión, etcétera, poseen características constantes. Sin embargo, no todos los organismos los *perciben* idénticamente. Cada ente externo será percibido de acuerdo a los esquemas que posee cada individuo, también el estado de ánimo del momento y las circunstancias únicas del vivir de cada persona influirán, como filtros, en el cómo se decodifica esa realidad.

De acuerdo a esta realidad objetiva, la intervención psicológica presupone la creencia de la necesidad de la adaptación a la realidad como criterio de normalidad psíquica (Aristegui, 1999:1). Esta realidad es mejor conocida por el especialista en el conocimiento humano, lo que le permite, convertirse en la guía experta y corregir los malos o equivocados filtros que distorsionan esa realidad objetiva en el sujeto que lo requiere. La psicoterapia tradicional enfocada en la correspondencia, -que el psiquismo refleja una realidad única y que los individuos con una problemática, tienen por alguna razón, causas que les distorsiona ver la realidad, tal como es- opera con un lenguaje causal, concordante con la postulación de una realidad considerada verdadera respecto de la cual aparece

necesario lograr encontrar *la solución al problema*. El problema tiene una causa, encuentra la causa, solúciala y el problema estará resuelto.

La psicología en este momento está en una oportunidad histórica de reposicionarse a la vanguardia científica. Utilizando los conceptos, modelos, y teorías generadas en las ciencias de la complejidad, sin olvidar que dentro de la disciplina ha estado implícita la concepción de que el ser humano es complejo ontológicamente. Corresponde a los psicólogos usar estos conceptos en beneficio de nuestro campo de estudio, de los sujetos y de la misma sociedad, para poder exigir con resultados, el lugar que nos corresponde como ciencia.

Caos en psicología

El concepto de teoría del caos y sus características, pueden trasladarse a distintos y variados campos de la psicología, como un ejemplo: la sensibilidad a las condiciones iniciales, en cualquier intervención psicológica –clínica, educativa, social, laboral, etc.- es determinante en el desarrollo y las consecuencias finales. Variables como edad, contexto sociocultural, económico, ambiente familiar, disponibilidad del individuo, nivel de estudios, intereses, y todas las interacciones entre los contenidos de los subsistemas de la persona, son las condiciones iniciales, que es muy difícil precisarlas, sin embargo esto no implica que la intervención no sea exitosa. Otro ejemplo del caos en psicología proviene de los fractales y de las bifurcaciones. Menciona Prigogine en Briggs y Peat (2001:150):

“... el azar y el caos en la creación de la estructura, evoca un universo donde los objetos están menos definidos que en la física clásica y aun en la cuántica. En el cosmos el futuro no puede estar determinado por que está sometido al azar, la fluctuación, la amplificación”.

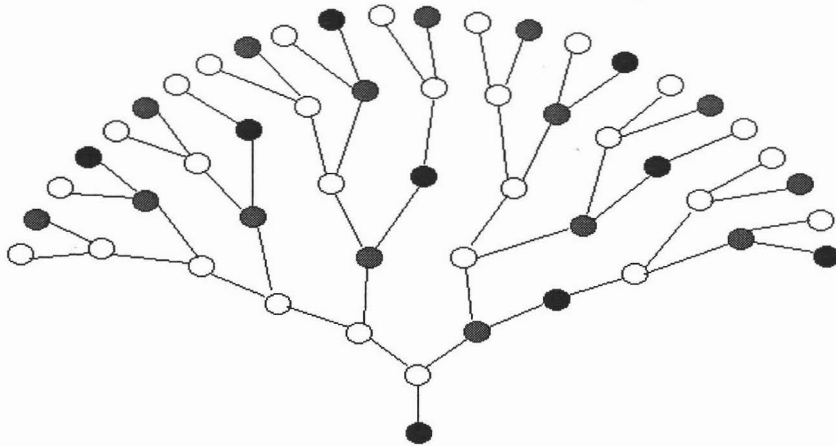
El principio de incertidumbre enunciado por Heisenberg, en mecánica cuántica establece la imposibilidad de conocer al mismo tiempo posición y velocidad de partículas atómicas, Prigogine deja entrever que en la creación del

universo y de sus estructuras que lo conforman existe un principio de incertidumbre similar al de la física cuántica, con la imposibilidad de establecer un futuro categórico. Ya que los sistemas siguen rumbos imprevisibles, los humanos son sistemas, pierden sus condiciones iniciales y no se pueden invertir. De acuerdo a Prigogine en Briggs y Peat (2001:151):

“...Nuestros actos conducen a una de las camas de bifurcación, nuestra acción construye el futuro”.

Prigogine hace uso de las ideas del caos y de los fractales para ejemplificar la bifurcación, una bifurcación es un punto de quiebra donde se tiene que elegir una u otra posibilidad. Repitiendo estas bifurcaciones, en cada elección, se tiene un proceso infinito, lo que es constante sólo es la bifurcación.

Un ejemplo de una ramificación de una sola bifurcación en un sistema:



Vemos que en cada bifurcación o elección del siguiente paso, nivel o futuro posible, las posibilidades son exponenciales. Esto en un sistema con bifurcaciones, en un ser humano, las posibilidades de elección no se limitan a la bifurcación, la decisión o acción a tomar son exponenciales, lo que conlleva que el futuro de cierta persona tenga la posibilidad de ser totalmente indeterminado, sólo la propia persona, a través de la elección y la intencionalidad, puede elegir la

opción siguiente. En psicología este concepto va más allá de bifurcaciones ya que una persona tiene más de sólo dos opciones de elección

<p style="text-align: center;">Elija sólo una opción en cada hora (el lapso temporal elegido es sólo un ejemplo)</p>						
	PRÓXIMA HORA	SIGUIENTE HORA	SIGUIENTE HORA	SIGUIENTE HORA	SIGUIENTE HORA	HORA 8
	Trabajar	Opción 1	Opción 1	Opción 1	Opción 1	
	Dormir	Opción 2	Opción 2	Opción 2	Opción 2	
	Jugar	Opción 3	Opción 3	Opción 3	Opción 3	
	Ir al cine	Opción 4	Opción 4	Opción 4	Opción 4	
Punto actual	Continuar en la misma dinámica anterior	Opción 5	Opción 5	Opción 5	Opción 5	
	Comer	Opción 6	Opción 6	Opción 6	Opción 6	
	Descansar	Opción 7	Opción 7	Opción 7	Opción 7	
	Recreaciones sexuales	Opción 8	Opción 8	Opción 8	Opción 8	
	Estudiar Inglés	Opción 9	Opción 9	Opción 9	Opción 9	
	Ejercicio	Opción 10	Opción 10	Opción 10	Opción 10	
	Leer	Opción 11	Opción 11	Opción 11	Opción 11	
	Caminar	Opción 12	Opción 12	Opción 12	Opción 12	
	Salir de Vacaciones	Opción 13	Opción 13	Opción 13	Opción 13	
	X= N	Opción= N	Opción= N	Opción= N	Opción= N	

Si se le pidiera a una determinada persona enumerar las opciones que puede elegir en la próxima hora, se percataría que tiene posibilidades indefinidas.

No hay nada que obligue a alguien, -salvo estructuras internas- a realizar una determinada acción. El número de posibles futuros para cada persona del planeta es ilimitado.

El número de posibilidades a elegir son a la "N", aún cuando dicha persona haya elegido cíclicamente continuar con las condiciones anteriores, y evalué como rutinaria y aburrida su vida, esta evaluación es sólo porque no ha ejercitado su posibilidad de elección de otros campos de acción.

Es decir, los humanos son co-creadores de sus circunstancias, mediante la posibilidad de elegir innumerables opciones, no sólo de bifurcaciones, una bifurcación implicaría sólo poder elegir entre dos opciones. Al elegir sólo una opción de las "N" posibles, la persona focaliza su atención en esa única opción, la detecta como la "realidad". Este proceso se da con cualquiera de las posibles elecciones, es decir, al elegir la opción 1, o 2, o 3, u 11, o 20, a la "N", con su elección él es el que elige la realidad de un futuro inmediato. Todas sus opciones son latentes de experimentar como una realidad concreta. Diluyendo con su elección, todos los demás futuros posibles. Cada vez que se elige hacer algo se elige no hacer todas las demás opciones latentes, al menos en el mismo tiempo espacio.

Además de elegir las líneas futuras de acción, los seres humanos resuelven las situaciones a las que están expuestos con el bagaje personal, e ahí donde la psicología es indispensable, en la vigorización y reestructuración de los subsistemas del ser humano -cognitivo, fisiológico, conductual-, ya que la psicología es la ciencia que estudia, las teorías, métodos, y técnicas que reestructuran, en pos del sujeto, sus propios esquemas. Las intervenciones psicológicas, pretenden el robustecer los esquemas del individuo y la psicología posee los métodos ecológicos idóneos para un desarrollo sustentable de la

problemática o de la carencia en turno de una persona dada. Con la complejidad las personas re-asignan la responsabilidad de sus pasados, presentes y futuros a quienes casi siempre fueron responsables, a ellas mismas.

Psicología y práctica

Aún cuando el de Maturana no es el único modelo que se está construyendo desde el paradigma complejo, ni aborda la totalidad de las problemáticas psicológicas contemporáneas, nos enfocaremos, en este apartado en su modelo ya que tiene consecuencias incalculables para la psicoterapia. Para empezar cualquier cambio que surja en lo cognitivo, fisiológico o conductual, por la intervención de un psicólogo tiene que ser siempre entendido como una reorganización de la experiencia del sujeto-paciente, determinada por los contenidos del propio sujeto-paciente, y no por el terapeuta. Así el terapeuta, puede sólo generar perturbaciones en el paciente que pueden gatillar su reorganización mental, o elicitar nuevos aprendizajes, pero nunca especificarlos. Dicho directamente, *“el terapeuta sólo puede gatillar, pero no especificar lo que pasa en el paciente”* (Ruiz A. 1997:3). La psicoterapia tiene un límite, y los bordes son puestos por las estructuras del paciente, no por el terapeuta o el sistema terapéutico. Claro que al ir recorriendo el continuo de la terapia misma, estos límites se expanden, aceptando estructuras que no hubieran sido adquiridas al principio del trabajo terapéutico.

Los modelos derivados de las ciencias de la complejidad se están usando en psicología en muchas problemáticas, como la psicología educacional, la laboral, la social, y en todos los frentes donde la psicología interviene. Se comienza a abrir un abanico complejo de posibilidades multidisciplinar, interdisciplinar, transdisciplinar, comenzando en la interdisciplina.

Psicología clínica

Existe una corriente autodenominada psicoterapia de integración, que al igual que Piaget y la Gestalt ha trabajado con un enfoque complejo sin hacer referencia a las ciencias de la complejidad. Estos intentos de interacción de teorías, técnicas y métodos, provenientes de las distintas corrientes psicológicas, se empezaron a

dar como respuesta a la rigidez de los marcos conceptuales y teóricos de las mismas corrientes psicológicas. Lazarus en (Golfried, 1996:214) menciona:

“Me opongo al desarrollo del psicoanálisis, al desarrollo de la terapia Gestalt, al desarrollo de la terapia existencial, al desarrollo de la terapia conductual o al desarrollo de cualquier escuela limitada de pensamiento, Me gustaría ver el desarrollo del conocimiento psicológico, un avance en la comprensión de la interacción humana, en el alivio del sufrimiento y un dominio en el saber-hacer de la intervención terapéutica. “

Existen muchas aplicaciones en terapia –individual. De pareja. Grupal. Familiar, trastorno bipolar, etc.- que usan el enfoque de la teoría del caos como teoría conductora en el proceso terapéutico. En terapia familiar los comportamientos inusuales pueden ser resultados de interacciones dentro del sistema familia, los sistemas interpersonales pueden entenderse como circuitos de retroalimentación, ya que la conducta de cada persona afecta la de cada una de las otras y es, a su vez afectada por estas. Paul Watzalwick citado en García (2005)

Investigación en psicología con instrumentos complejos

“Para entender cualquier actividad humana compleja es necesario comprender el lenguaje y el enfoque de quienes la realizan” (Kerlinger 2002:1). Los instrumentos o modelos de investigación que sólo contemplaban dos variables y su relación, ya fueron superados. En el pasado se usaban modelos estadísticos aplicados a la investigación del comportamiento humano, que eran muy limitados en sus alcances, tanto en la etapa de su análisis como en las conclusiones derivadas. *“Ahora hay razones para pensar que ciertos problemas no pueden resolverse a menos que se les aborde de una forma multivariada” (Ibíd.).* Y va más allá, la complejidad, los contextos, los elementos en interacción, provocan un esfuerzo constante por replicar y verificar los hallazgos, por corregir la teoría con base en la evidencia empírica y por encontrar mejores explicaciones para los fenómenos naturales (Ibíd.), es decir, en los sistemas complejos que se modifican por sus interacciones internas y externas, obligan a los científicos a una labor de investigación perenne, usando y desarrollando instrumentos que

contemplan las interacciones entre distintas variables, cómo se influyen entre sí, entre otras características. El proceso en la generación de nuevos descubrimientos es un desafío día a día. *“Esto se debe a la naturaleza compleja de la investigación científica”* (Kerlinger 2002). La concepción compleja requiere de instrumentos de investigación e intervención con características complejas, como menciona (ibid:94) *“se requiere que los problemas e hipótesis deban reflejar la complejidad multivariada de la realidad del ámbito de las ciencias del comportamiento”*

Bajo el paradigma complejo, se cualifican y se cuantifican atributos entre los elementos participantes en un fenómeno dado y las conclusiones ya no son tan causalmente categóricas, en una visión madura se reconocen variables, pero ya mas precavidamente se afirma que una causa a la otra. En esta línea kerlinger (2002: 29) menciona

“los investigadores en psicología, sociología y otras ciencias del comportamiento se han concientizado de la naturaleza multivariable de este tipo de estudios. En lugar de decir si P entonces Q es frecuente y mas apropiado decir: si P1, P2, ..., PK, entonces Q bajo las condiciones R, S, y T.”

Un ejemplo de estos estudios nos lo presenta el mismo autor, en relación a la agresividad, de acuerdo con (ibid):

“En lugar de tener una X a hora tenemos cuatro X, aunque un fenómeno puede ser mas importante para determinar o influir a otro fenómeno, es poco probable que la mayoría de los fenómenos de interés para los científicos del comportamiento sean determinados de forma simple. Es mucho más probable que lo sean de forma múltiple. Es mucho más probable que la agresividad sea el resultado de diversas influencias que actúan de forma compleja. Más aún, la agresividad en si misma contiene múltiples aspectos. Después de todo hay diferentes clases de agresividad. Los problemas y las hipótesis deben reflejar la complejidad multivariable de la realidad psicológica [...]es preciso entender que la investigaron del comportamiento que tuvo un enfoque exclusivamente univariado, sea tornado cada vez mas multivariable”.

“Un buen investigador actualmente debe contemplar el uso de los distintos instrumentos disponibles en su saber-hacer, es decir, debe de conocer los fundamentos de los modelo estadísticos, dominarlos y aplicarlos, pero también debe de dejar volar la mente, especular acerca de las posibilidades e incluso adivinar el patrón de los resultados” kerlinger (2002:454). Es decir, se requiere el uso complejo de la metodología y la creatividad, cada cual a su hora, cada cual a su tiempo. Con un acercamiento menos pretencioso y mas humilde, pues pocas ocasiones se conoce el grado de correspondencia de nuestras mediciones y “la realidad”, *“de hecho con frecuencia ni siquiera se sabe si se esta midiendo lo que se quiere medir”* (Ibíd.:570).

Es claro que los métodos de investigación no garantizan que se tengan detectadas todas las variables que intervienen en una fenomenología. Los científicos actuales ya no pretenden el descubrimiento de leyes universales. Aceptar que los patrones y procesos derivados de las investigaciones, pueden ser o no aplicados a otros contextos, es pensar complejamente. Pero los métodos multivariados captan la realidad psicología que métodos más simples y permiten que los investigadores manejen posiciones mayores de sus problemas de investigación. (Ibíd.:744)

Los días de los métodos univariados están contados, lo que conecta al investigador con la interdisciplina ya que para cumplir con un perfil respetable académicamente, es indispensable dominar constructos, métodos y teorías provenientes de distintas disciplinas.

“Los métodos multivariados no son tan fáciles de usar e interpretar como los métodos univariados. Lo anterior se debe no sólo a su complejidad; se debe más bien a la complejidad con la que trabajan los científicos del comportamiento”, (Ibíd.:744). La complejidad no puede estudiarse con métodos simplistas.

Análisis multivariado

Análisis multivariado es un término general usado para categorizar una familia de métodos analíticos cuya característica principal es el análisis simultáneo de variables independientes y dependientes.

“Los instrumentos complejos de análisis de datos no califican de erróneos a los métodos simples, sólo que son limitados” (Kerlinger 2002:314), es decir, los instrumentos actuales analizan variables, su interacción y su varianza, de acuerdo a contextos y características de un ambiente determinado. Conocer, dominar y tratar de elegir el mejor instrumento de análisis de datos en determinada investigación es pensar complejamente. El análisis de varianza y los modelos multivariados deben de aprenderse y aplicarse por los alumnos ya que puede ser que en algunas ocasiones un método sea más aplicable que el otro. Con esta visión y concepción complejas se atenúa la inercia de generalizar conclusiones de los resultados a escenarios situados en tiempos, espacios y contextos distintos a donde se realizó dicho estudio. Lo que hace mas preciso el conocimiento en determinadas circunstancias.

Dentro de los métodos más complejos o multivariados se encuentran:

- La regresión múltiple
- La correlación canónica
- El análisis discriminante
- Análisis multivariado de varianza
- Análisis factorial
- El análisis de ruta
- Modelos de ecuaciones estructurales
- Modelos *log* lineales (el método multivariado mas reciente)
- Etc.

Debido a la profundidad de conocimiento específico en modelos estadísticos que se requiere para explicar cada uno de los modelos enlistados, sólo se mencionan. Dentro de los avances en el análisis de datos de frecuencias también se encuentran *softwares* muy avanzados que simplifican el tratamiento estadístico de los datos.

Los gradientes en el mundo complejo exigen métodos y modelos complejos para una mejor comprensión, nunca total, del mundo concreto.

Los métodos de análisis multivariados de los datos del científico son una parcela más del conocimiento que acepta el planteamiento complejo y que responde con métodos formales acordes a la fenomenología que investiga. Las formas, teorías y herramientas complejas están substituyendo las formas simples en todos los campos de conocimiento. Pero surge una pregunta, siendo evidente la interacción de elementos en un fenómeno y esta evidencia provoca que surjan estos modelos de análisis multivariados ¿por que la ciencia contemporánea que ya usa modelos complejos, no denomina sus objetos de estudio y sus modelos e instrumentos con los que conoce, como complejos?

Conclusiones

El ser humano crea conocimiento y lo articula en modelos de representación del mundo donde vive, siempre buscará los modelos más concordantes con el mundo, labor perenne. La tensión entre una aceptación crítica y un rechazo ciego de los argumentos científicos constituye una discrepancia que se sitúa en el corazón de la modernidad, (Aronson 2003) Las ciencias de la complejidad no apuestan por el *relativismo epistémico*, ni por la aceptación obediente de lo que mandan los cánones que un grupo determine, si no por la interacción conceptual y disciplinar con rigor metodológico, como menciona Romero (2001),

“esta actitud reformista afecta indistintamente tanto a las ciencias empírico-naturales como a las ciencias sociales y humanas y, en consecuencia, incide asimismo en las Ciencias de la Educación. Los valores epistémicos que motivan esta reforma del pensamiento son, entre otros, los siguientes: 1) conocer para hacer; es decir, combinar los conocimientos teóricos con los de acción. 2) conocer para innovar; o lo que es igual, conocer para crear nuevos conocimientos, más allá del saber técnico-aplicacionista. 3) conocer para repensar lo conocido o pensado; es decir, epistemologizar el conocimiento, poner a prueba las categorías conceptuales con las que el científico o el tecnólogo trabajan para hacer inteligible o manipulable la realidad de la realidad que se desea estudiar o sobre la que se desea intervenir”.

Pensamiento complejo es aquel modo de pensar capaz de unir conceptos que se rechazan entre sí; todo lo contrario de aquel otro modo de pensar que practica la disyunción, la separación y la reducción, que desglosa y cataloga las cosas en compartimientos cerrados (Morin 1994, citado en Munne 2004:29). Pensamiento complejo no es aquel que evita o suprime el desafío, sino aquel que ayuda a revelarlo o incluso a superarlo. Conceptos como la sensibilidad de las condiciones iniciales, el desarrollo de instrumentos formales de tratar conceptos o hechos vagos, el analizar, la generalización o no, de conclusiones, la apertura ideológica a otras disciplinas o corrientes, la aceptación de patrones contextuales, el desarrollo de teorías, métodos, y técnicas de análisis e intervención construidos bajo una mirada compleja y aceptados como evolutivos, etc. son concepciones complejas que requieren ser conocidas por la comunidad profesional de toda disciplina.

Referencias

Aronson, P. (2003, diciembre). La emergencia de la ciencia transdisciplinar. *Cinta de Moebio*, 18. **Recuperado el 22 de septiembre de 2005 de <http://www.moebio.uchile.cl/18/frames03.htm>**

Arnold M. y Osorio, F. (1998, abril). Introducción a los conceptos básicos de la teoría general de los sistemas. *Cinta de Moebio*, 3. **Recuperado el 22 de septiembre de 2005 de <http://www.moebio.uchile.cl/03/frames45.htm>**

Aristegui, R. (1999, septiembre). Indeterminación de la traducción radical, constructivismo y psicoterapia. *Cinta de Moebio*, 6, **Recuperado el 22 de Septiembre 2005 de <http://www.moebio.uchile.cl/06/frames06.htm>**

Balandier, G. (1989): *El desorden. La Teoría del Caos y las Ciencias Sociales. Elogio de la Fecundidad del Movimiento*, Barcelona: Gedisa.

Barron, M. A. (2001, marzo). El ocaso de la ciencia. *Cinta de Moebio*. 10. **Recuperado el 22 de septiembre de 2005 de <http://www.moebio.uchile.cl/10/frames04.htm>**

Braun, E. (1996). *Caos, Fractales y Cosas Raras*. México: FCE

Brennan, R. P. (1994). *Diccionario básico de la actualidad científica*. Barcelona, España: Celeste.

Briggs, J. y Peat, F.D. (2001) *Espejo y reflejo: del Caos al Orden*. España: Gedisa

Cesarman, V. E. (1986). *Orden y Caos: el Complejo Orden de la Naturaleza*. México: Gernika.

Cisneros, P. C. (2000, marzo). Pensamiento borroso y narrativas cotidianas. **Recuperado el 22 de septiembre de 2005 de <http://www.difusioncultural.uam.mx/revista/mar2000/cisneros.html>**

Daedalus, (2005). Las ciencias de la complejidad. **Recuperado el 22 de septiembre de 2005 de <http://www.daedalus.es/AreasISComplejidad-E.php>**

De la Peña, J. A. (2001, marzo). La complejidad de la complejidad. *Cinta de Moebio*, 10. **Recuperado el 22 de septiembre de 2005 de <http://www.moebio.uchile.cl/10/frames06.htm>**

Díaz, S. A (2002), Breve introducción a los atractores caóticos. **Recuperado el 22 de septiembre de 2005 de <http://www.uco.es/organiza/departamentos/quimica-fisica/quimica-fisica/CD/TDE13.htm>**

García, J. (2005). La teoría general de los sistemas. UPC. **Recuperado el 24 de septiembre de 2005 de <http://www.upcnet.es/~jmg2/syswa3s8.htm>**

Giraldo, G. M. (2004, septiembre). Hacia una Epistemología Evolucionista. *Cinta de Moebio*, 20. **Recuperado el 22 de septiembre de 2005 de <http://www.moebio.uchile.cl/20/frames04.htm>**

Golfried, M.R. (1996). *De la Terapia Cognitivo Conductual a la Terapia de Integración*. Bilbao: Desclee De Brouwer.

González Casanova, P. (2004), Las Nuevas Ciencias y las Humanidades de la Academia a la Política. Barcelona: Anthropos.

González, M.P. Barrull, Pons, E. C. y Marteles P. (1998). ¿Qué es la emoción? *Biopsychology.org*. **Recuperado el 22 de septiembre de 2005 de http://www.biopsychology.org/biopsicologia/articulos/que_es_la_emocion.htm**

Guadarrama, (1974). *Robots, Hombres y Mentas*. Madrid 1974.

Kerlinger, F.N. (2002). *Investigación del Comportamiento*. México: McGraw-Hill Interamericana

Jaramillo, E. (2003, diciembre). ¿Qué es epistemología? *Cinta de Moebio*, 18. **Recuperado el 22 de septiembre de 2005 de <http://www.moebio.uchile.cl/18/frames01.htm>**

Olivé, L. (2000). *El Bien, el Mal y la Razón*. México: Paidós.

Mariotti, H. (1999). Autopoiesis, cultura y sociedad. *Ecology of mind*. **Recuperado el 22 de septiembre de 2005 de <http://www.oikos.org/mariotti.htm>**

Mateo, G. (2003, diciembre) Notas sobre la complejidad en la psicología. *Anales de psicología*, 19 No 2. **Recuperado el 22 de septiembre de 2005 de http://www.um.es/analesps/v19/v19_2/12-19_2.pdf**

Morin, E. (1995). *Introducción al Pensamiento Complejo*. Barcelona: Gedisa.

Morin, E. (2004). La epistemología de la complejidad, *Gaceta de Antropología* No.20, texto 20-02. **Recuperado el 09 de Noviembre de 2005 de http://www.ugr.es/~pwlac/G20_02Edgar_Morin.html**.

Munne, F. (2004). El retorno de la complejidad y la nueva imagen del ser humano: hacia una psicología compleja. *Revista Interamericana de Psicología* Vol. 38.

Ovejero, B. (1999). *La nueva psicología social y la actual postmodernidad*. Oviedo, España. Universidad de Oviedo.

Prigogine, I. (1997). *¿Tan sólo una ilusión?: una Exploración del Caos al Orden*. Barcelona: Tusquets.

Raiza, A. Pachano, E. Pereira, y Torres A. (2002, septiembre). El paradigma complejo, un cadáver exquisito. *Cinta de Moebio*, 14. **Recuperado el 22 Septiembre de 2005 de <http://www.moebio.uchile.cl/14/frames07.htm>**

Robles, F. (2002, diciembre) Sistemas de interacción, doble contingencia y autopoiesis indexical. *Cinta de Moebio*, 15. **Recuperado el 22 de diciembre de 2005 de <http://www.moebio.uchile.cl/15/frames04.htm>**

Rodríguez, A. (2001). Principio de incertidumbre. *Avizora*. **Recuperado el 22 de septiembre de 2005 de http://www.avizora.com/publicaciones/epistemologia/textos/principio_de_incetidumbre_0012.htm**

Romero, P. (2001). Paradigma de la complejidad, modelos científicos y conocimiento educativo. Universidad de Huelva. **Recuperado el 23 de septiembre de 2005 de http://www.uhu.es/agora/digital/numeros/06/06-articulos/monografico/html_6/clara_romero.htm**

Ruano, G. (1997, septiembre). La predicción y la teoría del caos. *Revista Ademo*. **Recuperado el 22 Septiembre de 2005 de <http://www.aedemo.es/septiembre97/privado/caos.html>**

Ruiz, B. (1997, enero). Las contribuciones de Humberto Maturana a las ciencias de la complejidad y a la psicología. **Recuperado el 22 de Septiembre de 2005 de http://www.inteco.cl/articulos/005/texto_esp.htm**

Sametband, M.J. (1999). *Entre el Orden y el Caos: la complejidad*. México. FCE

Soto, R. J. (2000, septiembre), Tres principios para la configuración de una psicología de lo complejo. *Cinta de Moebio*, 8. **Recuperado el 22 Septiembre de 2005 de <http://www.moebio.uchile.cl/08/frames07.htm>**

Teodoro, R. R. (1999, abril). Acerca de una epistemología integradora. *Cinta de Moebio*, 5. **Recuperado el 22 de Septiembre de 2005 de <http://www.moebio.uchile.cl/05/frames11.htm>**

Trillas, E. y Terricabras C. (1995). *Introducción a la Lógica Borrosa*. México: Ariel.

Valverde, L. (1996 17 septiembre 1996). L.A. Zadeh: del control analítico al control borroso. Universitat de les Illes Balears. **Recuperado el 22 de septiembre de 2005 de <http://dmi.uib.es/people/valverde/laz.html>**

Villasante, T. (2005). Sobre la complejidad y sus usos. *Diversidad complutense*. **Recuperado el 22 de septiembre de 2005 de <http://www.ucm.es/info/eurotheo/materiales/>**

Zuppa, C. (2003 diciembre), Ilya Prigogine: ¿nueva alianza o nueva religión?, *Cinta de Moebio*, 18. **Recuperado el 22 de Septiembre de 2005 de <http://www.moebio.uchile.cl/18/frames04.htm>**