

Tesis de Doctorado

División de Ciencias de la Salud
Facultad de Psicología
Departamento de Psicología Social
Universitat de Barcelona

El comportamiento de los grupos pequeños
de trabajo bajo la perspectiva de la complejidad:
Modelos descriptivos y estudio de casos

Autora: Samantha Diegoli

Director: Dr. Frederic Munné Matamala

Tutor: Dr. Ricardo Blasco Ruiz

Agradecimientos

Agradezco inmensamente a una serie de personas por su ayuda e inspiración antes y durante este trabajo, a todos mis compañeros de Doctorado y a todos los profesores del departamento de Psicología Social de la Universitat de Barcelona. Y en especial:

- al profesor Dr. Frederic Munné por su confianza, apoyo y paciencia en todos los momentos. La experiencia y seguridad que me transmitió han sido decisivas para escribir esta tesis.
- al profesor Dr. Ricardo Blasco, sin cuyo apoyo no hubiera venido a la Universitat de Barcelona.
- a mis compañeros de trabajo, con los cuales aprendí mucho sobre el comportamiento de los grupos.
- al Dr. Marcelo Urban, cuyas conversaciones me han servido de inspiración para más de un capítulo.
- a Mònica Artigas y Xavier Sales por tan amablemente aceptar el reto de revisar esta tesis.
- a mi amigo Rafael, fuente de inagotable caos y creatividad, por tener que irse antes que yo y hacerme reflexionar sobre la vida.

Este estudio está dedicado al corazón del amigo,
"porque necesidad evoca potencial".

EL COMPORTAMIENTO DE LOS GRUPOS PEQUEÑOS DE TRABAJO
BAJO LA PERSPECTIVA DE LA COMPLEJIDAD:
MODELOS DESCRIPTIVOS Y ESTUDIO DE CASOS

1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 Estructura y contenidos	6
1.2 Objetivos e hipótesis de trabajo	8

PARTE I – Las teorías de la complejidad y los grupos pequeños de trabajo

2 LAS TEORÍAS DE LA COMPLEJIDAD	13
2.1 Introducción	13
2.2 Ciencias de la Complejidad	14
2.2.1 Introducción	14
2.2.2 No-linealidad	20
2.2.3 Caos	22
2.2.3.1 Atractores	25
2.2.3.2 Bifurcaciones	28
2.2.3.3 Autoorganización	31
2.2.4 Fractalidad	33
2.2.5 Borrosidad	36
2.2.6 Catastrofismo	38
2.2.7 Azar	40
2.3 Las teorías de autoorganización	43
2.3.1 Autoorganización: comentarios y definiciones genéricas	43
2.3.2 Hiperciclos Catalíticos	48
2.3.2.1 Catálisis, auto-catálisis e hiperciclos catalíticos	49
2.3.3 Estructuras disipativas	56
2.3.3.1 La 2ª ley de la termodinámica	57
2.3.3.2 La clasificación de sistemas por su estado de equilibrio	61
2.3.4 Autopoiesis	67
2.3.4.1 Organismos autopoieticos	69
2.3.4.2 Autonomía, unidad y observación de organismos autopoieticos	72
2.3.4.3 Concepción de la autopoiesis en los sistemas vivos	74
2.3.4.4 La diversidad de la autopoiesis	76
2.3.4.5 Autopoiesis y cognición	81
2.4 Conclusión	82

3 LOS GRUPOS DE TRABAJO: HISTORIA Y COMPLEJIDAD	84
3.1 Introducción	84
3.2 Caracterización de grupo	86
3.3 La dinámica de los grupos	91
3.3.1 Introducción	91
3.3.2 Los paradigmas de la psicología social y las organizaciones	93
3.3.3 Marcos teóricos en el estudio de los grupos	96
3.3.3.1 Teoría cognitiva	98
3.3.3.2 La teoría del campo	106
3.3.3.3 La teoría sistémica	110
3.3.4 Grupos, redes, patrones y autoorganización	115
3.4 La complejidad de los grupos pequeños de trabajo	117
3.4.1 La complejidad desde otra perspectiva	117
3.4.2 El paradigma compartido	120
3.4.3 El papel de la creatividad	125
3.4.4 Estudios sobre la complejidad en las organizaciones	129
3.5 Conclusión	131
4 LOS GRUPOS PEQUEÑOS DE TRABAJO Y LOS MODELOS DE AUTOORGANIZACIÓN	133
4.1 Introducción	133
4.2 Relación entre las estructuras disipativas y la autopoiesis	135
4.3 Los grupos pequeños de trabajo como estructuras disipativas	140
4.4 Los grupos pequeños de trabajo como organismos autopoieticos	153
4.5 Conclusión	162

PARTE II – Estudio empírico: la autoorganización de grupos de trabajo creativos en empresas de alta velocidad

5 BASES TEÓRICAS DE LA INVESTIGACIÓN:	
ESTRUCTURACIÓN DE LOS MODELOS DE SÍNTESIS	166
5.1 Introducción	166
5.2 Organización controlada y autoorganización	169
5.3 Pensamiento borroso	174
5.4 Modelos de síntesis de estructuras disipativas y autopoiesis	178
5.4.1 Modelo A. Estructuras disipativas	180
5.4.2 Modelo B. Autopoiesis	182
5.5 Conclusión	183
6 LA INVESTIGACIÓN EMPÍRICA	185
6.1 Caracterización del entorno y de los grupos	185
6.2 Metodología de la investigación	186
6.3 Tratamiento de los datos	196
6.4 Relación entre variables	201
6.5 Discusión de los resultados	206
7 CONCLUSIONES	215
8 REFERENCIAS	224
ANEXOS	246

1 INTRODUCCIÓN

La manera como vemos el problema es el problema.

Anónimo

Hace algunos años, cuando estudiaba la carrera de informática, empecé a interesarme por temas que hasta entonces no sabía como llamarlos. Por los varios acontecimientos interrelacionados que suelen acontecer en la vida social y profesional, muchos eventos parecían llevar a otros y hacerme pensar en lo que entonces consideré ser la “casualidad” de la vida.

Mi primera beca en la universidad resultó ser como asistente de un profesor del departamento de Informática y Estadística de la Universidad Federal de Santa Catarina, en Brasil. El proyecto de investigación trataba de aplicar los conjuntos borrosos a la lectura de mapas cartográficos, tema relativamente nuevo en aquel contexto de los inicios de los años noventa. Me resultó fascinante saber que un elemento podría pertenecer a dos conjuntos complementarios en grados distintos, pero en aquellos momentos no era mi mayor preocupación, así que lo tomé como una experiencia interesante y curiosa.

En los trabajos de las asignaturas de Cálculo, en los que había que implementar series y ecuaciones matemáticas lineales y no-lineales, me sorprendía como los pequeños errores en los decimales en los valores podían, a través de muchas iteraciones, transformarse en errores gigantes en la convergencia de dichas ecuaciones. Los ordenadores de que disponíamos en aquel entonces no podían calcular más de 9 decimales de un valor y consecuentemente acumulaban este pequeño error por retroalimentación en el resultado final de las ecuaciones simuladas por ordenador. Después de miles de iteraciones, el valor se había convertido en algo que ni de lejos se parecía al resultado esperado, por un proceso de retroalimentación positiva.

Años después, al ingresar en el programa de Maestría del departamento de Ingeniería de Producción y Sistemas de la misma

universidad, mi director de tesina me introdujo el concepto de Autopoiesis, definición que para mí como ingeniera de informática, a principio pareció no tener mucho sentido, ya que se trataba de una teoría de otra asignatura, la Biología. Sin embargo, resultó hacerme ver la relación inherente entre las varias disciplinas y me incentivó a estudiar más los fenómenos sociales, como complemento de mi formación técnica. Este hecho me influyó directamente en optar por venir a Barcelona a realizar un Doctorado en Psicología Social, específicamente el estudio del comportamiento de los grupos dentro de empresas de tecnología.

Otra vez más, la “casualidad” me hizo contactar al profesor Dr. Frederic Munné y durante el desarrollo de su curso de Doctorado sobre nuevas tendencias en epistemología empecé a entrar en contacto con conceptos como la complejidad, el caos y la autoorganización. Entonces, por primera vez, percibí que había una extraña conjunto de elementos ocultos para mí que, de alguna manera también extraña, me dirigía al camino de investigar sus motivos: era un atractor.

De la misma manera, tuve la oportunidad de integrarme en la plantilla de una empresa de tecnología y pasar por sus varios departamentos y acabar en el departamento de Recursos Humanos. Durante mi carrera profesional de casi 3 años en esta empresa, he podido observar el comportamiento de varios grupos pequeños de trabajo desde una perspectiva de la totalidad, ya que el observador, o sea, yo misma, me encontraba claramente, a la vez que observando, influyendo directamente en la dinámica de todo el sistema de la empresa, lo que indirectamente influía en la dinámica diaria de los grupos de trabajo que investigaba.

Había una serie de preguntas que me hacía y que deseaba contestar, y sin duda, este ha sido el principal factor de motivación de la presente tesis. Estos aspectos son los que pasaré a detallar a continuación y están relacionados con aspectos muy genéricos sobre el caos, el desorden, la incertidumbre, el cambio, la retroalimentación, la creatividad, la conciencia y la evolución.

Algunas de mis preguntas eran:

- ¿La eficiencia de un grupo pequeño de trabajo reside fuera del control moldeador de determinadas conductas?
- ¿El potencial humano existente en el grupo es suficiente para su eficacia?

- ¿Es la creatividad una nueva manera de mirar hacia los eventos ya conocidos?

Pero también me hacía preguntas mucho más genéricas surgidas de mis lecturas sobre el paradigma de la complejidad, como las siguientes:

- La constante búsqueda de certezas y la acumulación de información ¿puede llevar a encontrar una verdad sobre el funcionamiento de la naturaleza?
- ¿Es el caos una forma de realidad mucho más abarcadora que el orden, de la manera tradicionalmente entendida?
- ¿No será la cooperación el principal incentivo a la evolución, en lugar de la competencia?
- ¿Será el universo una totalidad indivisible como resultado de múltiples interacciones simultáneas en forma de red entre todo lo que existe?
- ¿La diversidad y el caos que existen en la naturaleza constituyen la base de los procesos de autoorganización y equilibrio general del universo?
- ¿Existe una sola causa para un determinado efecto?
- ¿Es posible que a partir de perturbaciones aparentemente insignificantes surjan cambios radicales?
- ¿Existe el azar en la naturaleza o es fruto de la observación y del conocimiento incompleto?
- ¿Será la epistemología la asignatura que proporciona cambios de paradigmas y de esta forma la responsable de estudiar la creatividad evolutiva?

Intuitivamente, la respuesta era positiva para todas las preguntas. Empezaré por la última. La epistemología trata del problema de fundamentar el conocimiento. La cuestión principal es la relación sujeto-objeto, porque cuando se trata de conocimiento, siempre se trata de *alguien* que sabe sobre *algo*. La verdad es que la epistemología es una cuestión práctica y que la hacen todos los días las personas normales. La diferencia

está en que en el día a día se hace por intuición, pero el conocimiento científico necesita formas de comprobar esta intuición de manera formal.

Una cuestión importante en el estudio de la epistemología es la de los caminos del conocimiento. Cuando hay una cuestión por trabajar, no sólo se pregunta sobre algo, sino también se pregunta de una cierta manera, y esta manera ya está preparando los términos del conocimiento (Munné, 2000). La pregunta condiciona la respuesta, es decir, el conocimiento de la realidad viene condicionado por la manera como se hacen y se clasifican las preguntas. Pero, ¿Cuáles son los enfoques de la realidad? La respuesta es que la epistemología es tratada como (Munné, 2000):

- a. una realidad cotidiana: el hogar, el bar, el gimnasio, el sitio de trabajo, etc. son laboratorios de eventos epistemológicos diarios.
- b. una relación con los caminos del conocimiento: las maneras como uno percibe la realidad bajo la información y el conocimiento que posee y sus limitaciones de creencias y paradigmas.
- c. algo práctico: situaciones y eventos a los cuales se está sujeto todos los días.

Bajo este planteamiento, las teorías de la complejidad se pueden explorar como una nueva perspectiva epistemológica de aplicación en el estudio del comportamiento social. Analizada epistemológicamente, la complejidad y las teorías relacionadas ofrecen una nueva manera de ver la realidad, una manera no reduccionista y que permite analizarla en su esencia y totalidad. Esto es posible porque los conceptos de este enfoque son altamente formalizables, y se puede partir de la subjetividad, de una manera transdisciplinar, hasta llegar a la objetividad sin metáforas o reduccionismos. La profundización en las relaciones entre las teorías de la complejidad hará desarrollar cada vez más sus aspectos, permitiendo nuevos planteamientos epistemológicos y aplicaciones prácticas multidisciplinares.

Como la complejidad trata de describir la realidad general, permite una integración o correlación entre disciplinas tan aparentemente distintas como la topología y el comportamiento agresivo de un perro, como descrito por la teoría de las catástrofes de Renée Thom (1977). En efecto, no hay más límites para sus aplicaciones porque no están restringidas solamente a un determinado campo de estudio.

Este hecho genera una integración de realidad y un sentimiento de pertenencia a una totalidad que debe y posiblemente será investigada a fondo en los próximos años, trayendo nuevas perspectivas para la comprensión de los fenómenos cotidianos, pues una de las claves de la totalidad es la complejidad. El viejo paradigma se ha roto y se está en una

fase de elaboración de uno nuevo. Sin embargo, este nuevo paradigma permite englobar todos los conocimientos anteriores, sin ser simplemente un nuevo paradigma autoritario y de sustitución, pero sí un nuevo paradigma integrador de diferentes conocimientos científicos. Se trata de un paradigma sobre inclusión, sobre trabajar conjuntamente. La complejidad ocurre cuando energías separadas y diversas se reúnen como si fueran una, pero sin sacrificar o perder su individualidad o diversidad. Es de la mezcla que surge la complejidad.

Este trabajo propone aplicar las teorías de la complejidad surgidas en áreas como la física, la química y la biología a las ciencias sociales. Al traer una teoría de las ciencias “duras” a la psicología, lo que se incorpora es el método de representación de la realidad y no los conceptos verdaderos y hechos físicos en sí (Deutch y Kraus, 1976).

Lo que tienen en común las varias disciplinas de la ciencia es que, sin duda, su principal objetivo de estudio de todos los tiempos ha sido el hombre mismo, sea directa o indirectamente. Sin embargo, durante 2 siglos de ciencia, ha cambiado todo alrededor del hombre excepto su naturaleza esencial. Esto implica que la elección de una u otra teoría para explicar su comportamiento no influye en la realidad de la naturaleza del hombre, a pesar de que pueda influir en su comportamiento.

La ciencia debe buscar adaptarse a la realidad y no al contrario. El carácter propio de la ciencia moderna no reside en lo que la distingue de la metafísica, de la seudociencia o de otros modos de conocimiento, sino que consiste en definir una relación con el mundo externo, con la naturaleza, que incluye a los hombres y su acción (Elkaim, 1988).

Específicamente, este trabajo asume aplicar la perspectiva de la complejidad para observar la dinámica de trabajo de grupos pequeños. Utilizando una metáfora, el objetivo no es construir nuevas paredes ni tampoco un único puente, sino establecer una serie de vínculos entre las teorías de la complejidad y del caos, las ciencias sociales, los grupos de trabajo y el propio ser humano. El resultado es la trama de ideas, conceptos y constataciones empíricas que forman esta tesis doctoral.

Antes de seguir con la presentación de la estructura y de los contenidos, cabe comentar que soy brasileña, y que el portugués es mi idioma nativo, de forma que pido disculpas de antemano por los posibles fallos de expresión del idioma castellano. A pesar de haber sido revisada por personas especializadas en filología castellana, es posible que el desarrollo de algunas ideas en esta tesis posea estructuras originalmente pensadas en portugués. Con este comentario espero que posibles faltas expresivas del

idioma en algunos puntos de este estudio no acaben por dificultar el entendimiento de las ideas aquí presentadas.

1.1 Estructura y contenidos

La parte creativa de este estudio ha sido formulada no-linealmente y bajo un entorno caótico. No podría ser de otra manera, ya que lo que se va a plantear es que la creatividad emerge de situaciones caóticas. Mientras estudiaba y escribía el contenido teórico inicial, logré un poco de organización lineal, pero al establecer la dinámica entre la investigación empírica y los datos teóricos, no he sido capaz de escribir un capítulo después de otro. Lo que de ninguna manera considero negativo. Mientras más información obtenía del entorno de estudio y de los libros y artículos, más ideas me iban surgiendo, más conexiones podía realizar entre las varias ideas y más sentido tenían para mí. He tenido que buscar otros referenciales teóricos y observar otras variables, que en un principio no pertenecían a la investigación. La teoría y la práctica andan juntas en un proceso dinámico de creatividad y forman bucles de retroalimentación, reforzando algunas ideas y descartando otras. Finalmente, una vez delimitadas las fronteras de investigación y obtenidas las informaciones de manera caótica, es posible organizarlas linealmente en un documento. Pero sin duda, el proceso creativo continua fuera de los límites de esta tesis doctoral.

Este trabajo está dividido en dos grandes secciones. En la primera parte, titulada “Las teorías de la complejidad y los grupos pequeños de trabajo” se recorre en tres capítulos el camino de las teorías de la complejidad, por un lado, y de los grupos de trabajo, por otro. Al final, se llega a las analogías existentes entre ambos pensamientos. En el primer capítulo de esta sección “Las teorías de la complejidad” se hace un recorrido por los elementos que constituyen la complejidad con especial énfasis en la autoorganización. Se describen las teorías multidisciplinares que durante este siglo han hecho surgir la complejidad como asignatura, objetivando concretar el vínculo entre ellas. Al final, se destacan las teorías de autoorganización, y en especial, las que considero más relevantes y que se utilizarán como referencias para la observación empírica: las relativas a las estructuras disipativas y la autopoiesis.

El segundo capítulo de la primera parte, “Los grupos de trabajo: historia y complejidad” realiza un recorrido desde las definiciones tradicionales de grupo hasta la descripción de teorías sobre la dinámica de grupo que se relacionan con las teorías de la autoorganización citadas. Al final, se llega a establecer el parámetro de unión teórico entre ambas, destacando aspectos clave de la complejidad de los grupos y presentando estudios sobre el comportamiento grupal en empresas bajo la perspectiva de la complejidad.

El tercer y último capítulo de esta sección trata de describir modelos teóricos específicos para la utilización de las dos teorías de autoorganización al observar la dinámica de grupos pequeños de trabajo en las empresas. Este capítulo, y toda esta sección como un todo, pretende presentar que las ideas que surgen en varias áreas distintas, pueden llegar a referenciar un mismo evento y que no hay límites para las aplicaciones entre ideas de las ciencias llamadas “duras” como la física o la química, y las ciencias sociales.

La segunda gran sección de este estudio titulada “Estudio empírico: observación de la autoorganización de grupos pequeños de trabajo” es la descripción de una investigación original. Esta segunda parte está subdividida en dos capítulos. El primero de ellos, “Estructuración de los modelos de síntesis” trata de definir dos modelos de síntesis, uno para la teoría de las estructuras disipativas y otro para la autopoiesis. Para ello, inicialmente se hace un recorrido en los aspectos a considerar para diferenciar la autoorganización de la organización controlada externamente. A continuación, se define la metodología borrosa que será aplicada en la investigación para finalmente presentar los modelos de síntesis y explicar las variables que contempla.

El segundo capítulo de la segunda parte, “La investigación empírica”, explica todo el proceso de observación de la dinámica de dos grupos pequeños de trabajo en una empresa de tecnología. Utilizando los modelos de síntesis como base, se caracteriza el entorno de la investigación y se presentan las etapas de observación, sus objetivos, las herramientas utilizadas y sus resultados. Al final, se discuten estos resultados mediante la descripción de la dinámica compleja de los grupos basada en los modelos definidos y en la comparación entre la teoría definida y la realidad observada.

Finalmente, el capítulo 7, “Conclusiones”, discute y presenta las principales conclusiones de esta tesis doctoral. Se realiza una discusión sobre los aspectos más relevantes detectados durante el estudio empírico y que llevan a nuevas o diferentes interpretaciones sobre la aplicación práctica

de las teorías de las estructuras disipativas y de la autopoiesis en los grupos pequeños de trabajo. Para finalizar, se retoman las hipótesis iniciales para discutir y observar su relación con la teoría expuesta y con los resultados obtenidos en la investigación empírica.

1.2 Objetivos e hipótesis de trabajo

El objetivo general de esta investigación es presentar los grupos pequeños de trabajo como entidades que tienen el potencial de autoorganización, utilizando este concepto como es discutido dentro del ámbito de la complejidad.

Los grupos pequeños de trabajo sobre los que se aplica la investigación poseen dos características específicas. En primer lugar, son grupos “creativos”, es decir, grupos que realizan tareas no-automáticas, al contrario de lo que ocurre por ejemplo, en una línea de producción industrial. Siempre que hablemos de grupos pequeños de trabajo en esta investigación, nos estaremos refiriendo a grupos creativos.

En segundo lugar, son grupos que pertenecen a empresas de tecnología y, más concretamente, que pertenecen al sector de la economía digital. En estas empresas suelen ocurrir cambios rápidos y frecuentes para que puedan adaptarse al mercado altamente competitivo y de rápida evolución. Debido a la dinámica rápida y cambiante, dichas empresas son también conocidas como “empresas de alta velocidad”, término que utilizaremos para caracterizarlas.

Por extensión, no sólo el entorno empresarial, sino también los grupos estudiados se caracterizan por sufrir cambios de gran velocidad en los procesos de trabajo y en las herramientas tecnológicas que utilizan. El volumen y el rápido flujo de información que deben absorber los grupos de las empresas de alta velocidad implica que la capacidad de aprendizaje, la flexibilidad y la creatividad sean factores importantes para su eficacia.

Sin perjuicio de que a lo largo de la presente tesis se puedan discutir aspectos generales de los grupos autoorganizados, el objetivo final es investigar esta problemática de grupos pequeños de trabajo considerando que estos son “creativos” y pertenecen a “empresas de alta velocidad”.

Para alcanzar este objetivo general, se discutirán dos modelos de autoorganización junto a la presentación de un estudio empírico sobre la dinámica de grupos de trabajo pequeños en una empresa de tecnología, con el propósito de determinar el modelo que mejor puede explicar esta dinámica o qué características de cada modelo encajan mejor con la realidad de la dinámica grupal. Con estos objetivos genéricos como guías, se definen las siguientes hipótesis de trabajo, referidas a las empresas de alta velocidad:

1. Que los grupos pequeños de trabajo son estructuras que poseen el potencial de autoorganización.

Actualmente, muchos gestores de empresas de alta velocidad intentan controlar la dinámica de los grupos pequeños mediante métodos que implican autoridad externa y cierto paternalismo, resultando en grupos superficialmente equilibrados y estables, y poco flexibles y adaptables.

Al contrario de este planteamiento, se defiende que los grupos pequeños de trabajo en estas empresas necesitan la apertura a la inestabilidad para facilitar el proceso de emergencia de estructuras creativas de funcionamiento más adecuadas al entorno donde están inseridos.

La hipótesis central de la presente tesis es que en los propios grupos se encuentra el potencial para la autoorganización, y que ésta se puede manifestar en la práctica si se limita el uso de técnicas rígidas de control externo.

2. Que dos modelos de autoorganización originarios de la termodinámica (estructuras disipativas) y biología (autopoiesis) son capaces de explicar el comportamiento dinámico de los grupos pequeños de trabajo.

Esta hipótesis se basa en que el potencial autoorganizativo de los grupos pequeños de trabajo se puede realizar en la práctica mediante dos dinámicas de funcionamiento.

En la primera dinámica, el grupo funciona disipando energía con el entorno lejos del equilibrio, lo que le caracteriza como una estructura disipativa. En la segunda, el grupo se vuelve autorreferencial y

autónomo en el momento de crear su propia manera de funcionar, caracterizándolo como una estructura autopoietica.

Implícitamente a estas dos dinámicas, hay una tercera: que las relaciones entre los elementos que forman el grupo ocurren a través de bucles de retroalimentación interconectados unos dentro de los otros. Estos bucles son inherentes a la dinámica autoorganizativa de las teorías de las estructuras disipativas y de la autopoiesis.

Estas hipótesis generales implican el despliegue de tres subhipótesis:

- a. Que la complejidad observada en la dinámica de los grupos pequeños de trabajo puede originarse a partir de pequeñas acciones.

Los sistemas complejos se caracterizan por la presencia de procesos no-lineales, en los que pequeñas causas pueden generar resultados desproporcionados.

En los grupos pequeños de trabajo, la no-linealidad se refleja en el hecho práctico de que pequeñas acciones pueden llevar a efectos importantes para los grupos, mediante la generación de dinámicas complejas.

Los bucles de retroalimentación de información, opiniones y comportamientos pueden amplificarse o retraerse, rompiendo la idea tradicional de causa-efecto lineal.

- b. Que las propiedades cognitivas del ser humano incorporadas en grupos pequeños de trabajo son un diferencial importante en el estudio de la autoorganización.

Los sistemas físicos y químicos que se autoorganizan no incluyen un factor que se puede encontrar en los sistemas humanos: la cognición consciente.

La capacidad de toma de conciencia de los grupos pequeños permite visualizar estructuras rígidas de pensamiento y percepción que están

establecidas de manera no-consciente. Si estas estructuras permanecen “ocultas” a la cognición, dificultan el procesamiento de información y el cambio, hecho que constituye un obstáculo para el proceso autoorganizativo.

La toma de conciencia de esta situación puede romper las estructuras rígidas y transformarlas en impulsores de transformaciones. La conciencia humana grupal demuestra el nivel de madurez del grupo para funcionar de forma autoorganizativa.

- c. Que las creencias y paradigmas compartidos de un grupo pequeño de trabajo pueden afectar su rigidez frente a la autoorganización y evolución.

Esta subhipótesis es una consecuencia de la subhipótesis anterior. Los grupos pequeños de trabajo muchas veces utilizan acuerdos superficiales conscientes y no conscientes con el fin de mantener su cohesión y fidelidad. Estos acuerdos proporcionan la ilusión de unidad grupal ofreciendo seguridad a los miembros.

Por otro lado, los acuerdos constituyen creencias y paradigmas compartidos aceptados como verdad por el grupo, y dificultan la emergencia de nuevas perspectivas de evolución mediante la autoorganización creativa, porque limitan la capacidad de percepción de nuevas informaciones.

Una vez definidas las hipótesis y subhipótesis de trabajo, pasemos a la primera gran sección de esta tesis.

PARTE I

Las teorías de la complejidad y los grupos pequeños de trabajo

2 LAS TEORÍAS DE LA COMPLEJIDAD

¿Qué es el destino? –le preguntó un erudito a Nasrudín.

–Una interminable sucesión de hechos entrelazados, que influye cada uno en el otro.

–Verdaderamente, ésa no es una respuesta satisfactoria. Yo creo en causa y efecto.

–De acuerdo, mire aquello –dijo el Mulá, señalando una procesión que pasaba por la calle–. A ese hombre lo llevan a colgar. ¿Es porque alguien le dio una moneda de plata, lo cual le permitió comprar el cuchillo con el que cometió el crimen? ¿O debido a que alguien lo vio? ¿O en razón de que nadie se lo impidió?

Idries Shah

2.1 Introducción

“La ciencia clásica y mítica sobre un mundo pasivo y sencillo pertenece al pasado, muerta no por el criticismo filosófico o la resignación empírica, sino por el desarrollo interno de la propia ciencia”. (Prigogine y Stengers, 1984, pág. 55).

Las teorías de la complejidad forman un conjunto de nuevos paradigmas desarrollados en diferentes campos científicos que cuestionan un conjunto de premisas y nociones que orientaron hasta el momento la actividad de investigación científica, dando lugar a reflexiones sobre la deseada definición definitiva de las leyes de la naturaleza.

Prigogine (Prigogine y Stengers, 1984) cree que la idea de leyes de la naturaleza tiene una connotación legalista. Hace parecer que la naturaleza tiene la obligación de seguir ciertas leyes. Como consecuencia, si se siguen

leyes, no hay espacio para la novedad, la acción espontánea y el libre albedrío de las acciones humanas.

Existe una paradoja entre la certidumbre de las leyes de la naturaleza que se busca definir, y la incertidumbre y la inestabilidad de los hechos reales. Esta paradoja ha sido la responsable de generar el espacio en el que se infiltraron las teorías de la complejidad.

Los cambios de paradigma son el resultado de contradicciones entre las predicciones teóricas y los datos experimentales (Kuhn, 1962). La paradoja resultante genera una crisis que provoca la emergencia creativa de nuevas ideas y de nuevos conceptos científicos.

Orden y desorden, equilibrio y desequilibrio, certidumbre e incertidumbre, determinismo y azar, linealidad y no-linealidad, estático y dinámico, organización y caos son apenas algunos de los conceptos relacionados con la complejidad que se discutirán en este capítulo. Se describirán las principales características de la complejidad con especial énfasis en las teorías del caos, se discutirá el tema de la autoorganización presentando las principales teorías, pero ante todo, se hará hincapié en la importancia de aclarar qué significa la complejidad.

2.2 Ciencias de la Complejidad

2.2.1 Introducción

La palabra “complejo” es un concepto que se utiliza diariamente, normalmente para diferenciar de lo que es “sencillo”. En este caso, “complejo” se vuelve sinónimo de “complicado”. Las cosas del mundo que se entienden fácilmente, como el funcionamiento mecánico de un reloj, se clasifican como sencillas, mientras que los hechos que cuestan entender, como la dinámica de las bolsas de valores se denominan complejos o complicados.

Se puede encontrar la definición de complejo como (Holanda Ferreira, 1999):

- (i) Que abarca o encierra muchos elementos o partes;
- (ii) Observable bajo diferentes aspectos;
- (iii) Intricado: costoso de percibir;
- (iv) Grupo o conjunto de cosas, hechos o circunstancias que tienen cualquier ligación o nexo entre sí.

Se puede observar que parece un término bastante genérico, o de otra manera “complejidad es una palabra muy resbaladiza, puede significar muchas cosas” (MacShea, 1992). Quizás por eso, “complejidad” también haya sido muchas veces sustituida por “caos”.

En el campo científico, Nicolis y Prigogine (1987) prefieren hablar de comportamiento complejo en lugar de sistemas complejos. Y, a pesar de que lo complejo haya estado durante muchas décadas asociado a la descripción de la naturaleza, las recientes teorías de la complejidad, a las cuales se referirán en este capítulo, demuestran, mediante la relación entre orden y desorden, que en realidad no existe tanta distancia entre lo sencillo y lo complejo.

Si la ciencia tradicionalmente ha considerado el uso de herramientas sofisticadas para explicar el comportamiento complejo, el pensamiento científico actual adopta la postura que “lo decisivo no es el número de elementos o partes de un conjunto, sino más bien las relaciones entre los aspectos del mismo” (Munné, 1994a, pág. 11) o en otras palabras, es más bien cualitativa que cuantitativa.

La ciencia de la complejidad enseña que la complejidad que se ve en el mundo es el resultado de la simplicidad subyacente (Langton, 1992). Esto implica dos cosas: que los sistemas simples pueden concebirse como creativos y que generan dinámicas complejas, lo que significa que se puede tener la oportunidad de comprender estas dinámicas. “Tenemos la posibilidad de descubrir modelos simples que expliquen la creatividad que vemos” (Langton, 1992).

Munné (1997a) afirma que la gran paradoja de la utopía recae en que su fuerza proviene de considerar o tratar lo imposible como posible. Desde un punto de vista de la complejidad, esta paradoja se refleja en que desde el caos emerge el orden. Así que, desde la complejidad, hablar de lo imposible no impide hablar de lo posible, porque justo es en la imposibilidad misma donde reside la razón de la posibilidad (Munné, 1997a). Eso es así debido a la propia complejidad borrosa de la realidad.

Aunque no se pueda definir explícitamente qué es la complejidad o, como afirma Kauffman (1992), que no se disponga de una definición que

posea generalidad suficiente y una amplia aceptación, se describirán a continuación sus características básicas, recopilando el trabajo de algunos autores. Inevitablemente, hablaremos de algunos conceptos que serán objeto de explicación posterior.

Frederic Munné (1993, 1994a, 1995a) describe la complejidad a través de cuatro elementos que serán explicados en detalle en los próximos apartados. El caos, la fractalidad, la borrosidad, el catastrofismo son, para él, elementos que componen la complejidad, una vez que ésta es interdisciplinar y está por detrás de todos estos fenómenos, siendo aplicable a todos los campos de estudio. La complejidad hace referencia a un estado de un sistema que se caracteriza por tener esta serie de propiedades. Entenderlas es entender la complejidad.

Por otro lado, la complejidad no se reduce a ninguno de los aspectos en los cuales se manifiesta. El valor epistemológico que el autor relaciona con estas teorías reside en que permiten aprehender la realidad sin prescindir de su complejidad (Munné, 1995a). A la luz de estas teorías, “aparece una realidad paradójica, que no es nítida pero tampoco es dual, no es continua ni discontinua, ni estable ni inestable, ni reiterativa ni innovadora, ni ordenada ni desordenada” (Munné, 1995a, pág. 9). Esta afirmación es inclusiva y no exclusiva, equivale a decir que la realidad no es lo uno *sin* lo otro.

Añadiré a estas características la no-linealidad. A pesar de que se puede considerar como uno de los elementos formadores del caos, en este estudio será tratada a parte por considerarse de extrema importancia y básica para el entendimiento de los comportamientos complejos.

Kauffman (1992) propone otra definición de complejidad que lleva a un acercamiento con el caos. Propone que un sistema complejo posee las siguientes características:

- (i) el efecto mariposa;
- (ii) la capacidad de autoorganización, o el surgimiento del orden en sistemas caóticos;
- (iii) uno o más atractores extraños.

Implícitamente, esta definición incluye varios elementos inherentes a la dinámica caótica y que se explicarán detalladamente en los próximos apartados. El efecto mariposa es el ejemplo más conocido del caos asociado a la no-linealidad, de igual forma que los atractores extraños y la autoorganización son las características más relevantes del proceso caótico.

Hayles (1990, págs. 74, 75) acerca los conceptos de caos y de complejidad al describir el momento en que se empezó a interpretar lo aleatorio como máximo de información, diciendo que “la connotación que irrumpió en el campo denotativo del caos fue la complejidad”. Mientras que tradicionalmente el caos había significado meramente desorden, la complejidad implicaba una mezcla de simetría con asimetría, de periodicidad predecible con variación impredecible. Los sistemas caóticos complejos son desordenados en el sentido de que son impredecibles, pero son ordenados en el sentido de que poseen simetrías recursivas que a veces, pero no siempre, se repiten a lo largo del tiempo.

Dentro del planteamiento cualitativo de la complejidad, el sociólogo francés Edgar Morin proporciona una aproximación especulativa del tema. Morin (1990) relaciona la complejidad con el azar, con el desorden, con la confusión y con la aceptación de las contradicciones lógicas. Para él, complejo es todo aquello irreductible a una ley y expresa la incapacidad humana de organizar sus ideas de manera simple. El autor define tres principios básicos que regulan el pensamiento complejo:

- Dialógico: cuando nos encontremos con elementos duales siempre busquemos la unidad por detrás;
- Recursividad organizativa: va en contra de la linealidad (causa-efecto), hablando de realimentación del sistema, una vez que en la naturaleza el producido a veces es productor de si mismo;
- Hologramático: dice que las partes muestran todas las características del sistema total. A partir de una parte del holograma se puede reconstruir el todo. La parte está en el todo y el todo está en la parte.

En esta definición, una vez más se percibe el acercamiento a las dinámicas caóticas. Los principios de la dialógica y recursividad se relacionan al vínculo caos-orden y a los procesos de retroalimentación de los sistemas caóticos. A la vez, “el principio hologramático es similar a la propiedad fractal de relacionar el todo con sus partes a escalas diferentes” (Navarro, 2001, pág. 103).

Un segundo acercamiento cualitativo intermedio entre empírico y especulativo es el del químico ruso Ilya Prigogine. El autor es responsable de la definición de las estructuras disipativas. Oponiéndose al concepto de los sistemas conservativos, estas estructuras necesitan gastar, disipar, intercambiar con el medio para sobrevivir, porque es de esta manera que se desarrollan (Nicolis y Prigogine, 1987).

A pesar de que se expondrán detalladamente las estructuras disipativas en el apartado 2.3.2, cabe aquí hacer un pequeño resumen de sus características y de las aportaciones de Prigogine a la complejidad.

Prigogine aportó la cuestión de la entropía versus el equilibrio del sistema, con la definición de los sistemas lejos del equilibrio y la teoría de las estructuras disipativas. También aportó los conceptos de caos activo y pasivo; el primero está relacionado con el equilibrio del sistema y con la entropía negativa, que es la entropía existente cuando el sistema se desarrolla mientras intercambia con el medio; y el segundo se relaciona con el concepto clásico de “entropía”, según el cual el sistema pierde orden hasta caer en desorden.

El concepto de entropía es muy importante para definir las estructuras disipativas. La historia del estudio de la entropía se divide en dos etapas. La primera estuvo dedicada a teorías termodinámicas. La segunda ley de la termodinámica postula que cualquier sistema tiende a un estado de máxima entropía, un estado de equilibrio final. Bajo este enfoque, “entropía” significa el punto donde acaba la energía.

A medida que se percibe que esta definición se limita a sistemas cerrados que no intercambian materia y energía con el medio, surgen nuevas interpretaciones para el concepto de “entropía”. Inicialmente, se la cuantifica en términos probabilísticos y se la llega a relacionar con la probabilidad de azar y desorden en el comportamiento del sistema.

Es entonces cuando se entra en la segunda etapa de definición de entropía, relacionada con la Teoría de la Información. En este planteamiento, el concepto de “entropía” significa “intercambio de información”. Lo que se pierde o se gana en un sistema que interactúa con el medio es en términos de información. O lo que es lo mismo, el intercambio de información es igual al intercambio de materia y energía con el medio, característica de los sistemas abiertos. La innovación de este enfoque recae en afirmar que cuanto más entropía, más información, al contrario de la suposición anterior según la cual “entropía” es “muerte o falta de energía”. Al revés, bajo la perspectiva informacional, el equilibrio final del sistema coincide con el estado de máximo desorden, máxima información y máxima entropía. Para entender esta visión, tomemos el ejemplo de un fenómeno caótico. Este posee una serie de informaciones que sólo son posibles de identificar después de que ocurra el fenómeno. Por lo que, debido a su impredecibilidad, presenta un valor informativo enorme asociado a éste.

Igualmente, Prigogine desarrolló, en química, una teoría según la cual la entropía no es el muerto, el equilibrio, el inerte, sino la dinámica del

desarrollo de todo. Es un estado caótico que puede estar en equilibrio o no. Su gran aportación para la Teoría de Sistemas ha sido afirmar que la gran clasificación de los sistemas no es simplemente abierto o cerrado, pero sí los estados de equilibrio termodinámico en que se pueden encontrar en determinado momento:

- Sistema en equilibrio: está en estabilidad constante;
- Sistema cerca del equilibrio: tiene una cierta inestabilidad, pero controlada y previsible;
- Sistema lejos del equilibrio: son los sistemas no-lineales, imprevisibles, caóticos, lo que no quiere decir que son sistemas en desequilibrio. Solamente los sistemas disipativos pueden permanecer lejos del equilibrio, es decir, estabilizarse donde no hay estabilidad. Y sólo cuando un sistema está en este estado (considerando que puede pasar de un estado para otro), puede crecer en complejidad, innovarse, desarrollarse y autoorganizarse (a través de un *feedback* positivo).

El interés de esta aportación está, entre otras cosas, en su carácter expresamente epistemológico y, a nivel más específico, en el énfasis que pone en las propiedades diferenciales de los sistemas según su grado de equilibrio (Munné, 1994a).

Cabe aún hacer referencia a otras 2 teorías antes de pasar a describir más a fondo las características de la complejidad. Hay teorías que estudian el punto del caos a partir del cual se genera la complejidad llamadas “teorías sobre el origen de la complejidad”.

El físico Per Bak (Bak y Chen, 1991) desarrolló la hipótesis de que los grandes sistemas interactivos evolucionan de modo natural hacia un estado crítico. Si estos sistemas sufren perturbaciones cuando se encuentran en este estado crítico, sus respuestas se describen exponencialmente. Un ejemplo de este comportamiento es el grano de arena que provoca una pequeña avalancha en un montón de arena. Luego siguen avalanchas de todo tipo: grandes, pequeñas y medianas.

La complejidad se genera en una transición de fases. La frontera del cambio es un punto crítico que corresponde a una tendencia del sistema complejo. La cuestión es ¿por qué hay este punto de transición de fases, del cambio del caos al orden y del orden al caos? La complejidad está justamente en el límite, porque ésta no existe solamente con el caos o con el orden, sino con la existencia de los dos al mismo tiempo. Donde se organiza la complejidad es en un punto crítico. En este punto tiene origen la complejidad porque es donde hay mas capacidad de tener, crear, procesar y

organizar informaciones. Por eso esta teoría se llama de la “criticalidad autoorganizada” (Bak y Chen, 1991). En este punto es cuando el equilibrio del sistema es más provisional.

Otra hipótesis, la del “equilibrio puntuado” fue descrita por los biólogos Stephen Jay Gould y Niles Eldredge en 1972 (Gould y Eldredge, 1977) y, a pesar de haber sido bastante cuestionada, forma parte del modelo global de la historia evolutiva. Esta teoría explica “los periodos de estabilidad interrumpidos por estallidos de cambio” (Lewin, 1992, pág. 123), lo que se define como equilibrio inestable.

La complejidad también hizo surgir lo que es conocido como el “paradigma de la totalidad”. Niklas Luhmann (Luhmann 1980, 1995) introdujo el concepto de “análisis del sistema con relación a su entorno”, en lugar del paradigma tradicional de analizar el todo con relación a las partes. Describe que es más importante analizar las relaciones del sistema con su entorno, las relaciones exteriores, que las relaciones entre las partes y el todo, las relaciones interiores, resultando un análisis más indicativo y profundo.

Finalmente, cabe hacer referencia a Munné (1995a) cuando dice que cada una de las teorías o conjuntos teóricos de la complejidad se ocupa de algún aspecto, inédito y de carácter cualitativo de la realidad. No cabe duda de su carácter holístico y antireduccionista, a pesar de que este contraste con la imposibilidad de que podamos abarcar todo el objeto complejidad a la vez simplemente observando algunas de sus características.

2.2.2 No-linealidad

La no-linealidad es el comportamiento quizás más importante para entender la dinámica compleja, posiblemente porque está en la base de todos los otros componentes del caos. La mejor manera de definir la no-linealidad es contrastándola con la linealidad.

En las ecuaciones lineales que explican el comportamiento lineal, las magnitudes de causa y efecto por lo general se corresponden: causas pequeñas dan origen a efectos pequeños; causas grandes, a efectos grandes (Hayles, 1990). En otras palabras, hay proporcionalidad y determinismo

entre causa y efecto. Matemáticamente, equivale a decir que un cambio en cualquier variable inicial produce un cambio en esta misma variable un instante posterior y un cambio n-veces mayor en esta variable inicial produce un cambio n-veces mayor en la misma en el instante posterior (Lorenz, 1993). Gráficamente, las ecuaciones lineales se representan como líneas rectas o planos, como se presenta en la Figura 1, Ej. A.

En la no-linealidad, una mínima alteración en el valor de una variable inicial puede tener un macro-efecto. Presentan con frecuencia una gran desproporcionalidad entre causa y efecto: causas pequeñas pueden generar efectos gigantescos y viceversa. En efecto, las ecuaciones no-lineales que explican el comportamiento no-lineal tienen más de una solución. Son por lo tanto indeterministas y funcionan a través de la probabilidad de que el sistema esté en determinado estado en determinado momento.

La principal diferencia entre las dinámicas lineales y no-lineales es la posibilidad de prever o no la trayectoria del sistema. La no-unicidad de la solución no-lineal es lo que permite al sistema bifurcarse. El sistema entonces adoptará una de entre las soluciones posibles. Se detallarán las bifurcaciones más adelante. De momento, se destaca que la pérdida de la unicidad de soluciones se debe a la desproporcionalidad: los pequeños cambios o variaciones en las condiciones iniciales llevan el sistema no-lineal a estados muy distintos durante la dinámica. Hecho que no es posible que ocurra en los sistemas lineales, que a su vez son proporcionales.

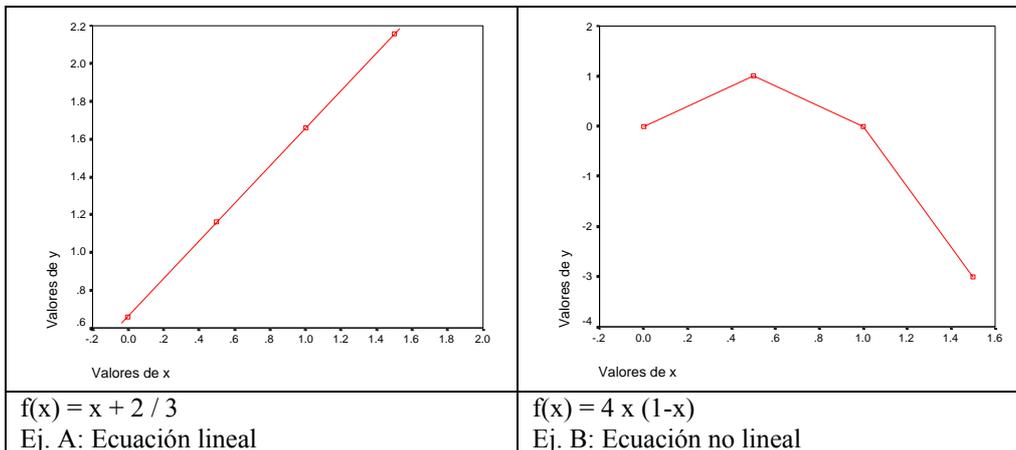


Figura 1. Gráficos representando una ecuación lineal (Ej. A) y una no-lineal (Ej. B). La primera función genera una línea recta, hay proporcionalidad entre la entrada y el resultado, mientras que en la segunda hay desproporcionalidad.

A pesar de que el desarrollo científico influenciado por el paradigma newtoniano estableció que la regla en la naturaleza era la linealidad, es decir, a través del concepto de que todo es previsible o predecible y no se admite lo imprevisible o impredecible como una manera de preservar la confianza en lo que se conoce (el conocimiento seguro), las teorías de la complejidad han revelado que, en realidad, la no-linealidad es la regla y la linealidad la excepción en la naturaleza.

La desproporcionalidad existente en la no-linealidad se debe esencialmente, a la existencia de: i) términos que se autorrealimentan, o sea, una cantidad que se multiplica una y otra vez por si misma; y ii) puntos críticos en los que un valor se desdobra de pronto y llega a alcanzar valores muy separados (Munné, 1993).

En resumen, el mundo no-lineal tiene cuatro características (Munné, 2000):

- a. Desproporcionalidad: no hay relación de causa-efecto proporcional;
- b. Indeterminación: o indeterminismo, no se puede determinar el estado del sistema en un punto x ;
- c. Impredictibilidad: no se puede prever la trayectoria del sistema, definir exactamente como reaccionará;
- d. Discontinuidad: supone que hay continuidad hasta un punto donde hay un cambio, un salto.

La no-linealidad es el principio del pensamiento complejo y obviamente está altamente relacionado e incorporado en todos los conceptos que se tratarán en este capítulo.

2.2.3 Caos

El caos tiene sus orígenes en antecedentes mitológicos, ocultistas y filosóficos, y supone algo dónde no se puede diferenciar nada al principio, como la unicidad, todo es una sola cosa, pero que prevé que después se podrá diferenciar (Munné, 2000). Este pensamiento tiene orígenes religiosos de que “todo viene de Dios”, y que “al principio, todo era caos”. Científicamente, proviene de descubrimientos individuales en varias áreas:

primero en la matemática, y después en la topología, la meteorología, la física y la biología. En la década de 1970, se empiezan a unir las experiencias de las distintas áreas.

En la matemática, el precursor fue Henri Poincaré, que investigó sistemas dinámicos no-lineales para resolver el problema de los tres cuerpos celestes en interacción gravitatoria. La física newtoniana hasta entonces sólo había trabajado con relaciones entre dos cuerpos. Otro matemático, Liapunov, trabajó con la convergencia y divergencia entre trayectorias. Además, se realizaron otros estudios para investigar el comportamiento de trayectorias auto-oscilantes.

En otras áreas, mas específicamente la meteorología, Lorenz (1972) pudo prever matemáticamente y a un plano inmediato el clima de la Tierra (considerado caótico debido a las innumerables variables involucradas) a partir de una ecuación de tres variables. Su descubrimiento fue que el caos, aparentemente imprevisible, era determinable en ciertos aspectos.

La principal característica de los sistemas caóticos es su sensibilidad a las condiciones iniciales (SCI), que es igual a decir que una pequeña causa puede generar un gran efecto. Esto va en contra de la linealidad, donde, a partir de la causa (o la entrada del sistema), se puede prever en cada momento como estará desarrollándose. Este tipo de sistema es no-lineal y genera resultados caóticos. Lorenz, con su ecuación de tres variables, se encontró con un sistema como este y descubrió un atractor cuyo gráfico tenía la forma de una mariposa. En este gráfico, las curvas son infinitas y nunca se cruzan; las líneas van ocupando el espacio, pero nunca lo llenan por entero, una vez que es infinito. La trayectoria de esta figura va dibujando ochos en espiral cada vez más pequeños y que tienden hacia un foco central, que actúa como el atractor. Es conocida como la mariposa de Lorenz (Figura 2). Los atractores serán un tema tratado separadamente en el apartado 2.2.3.1.

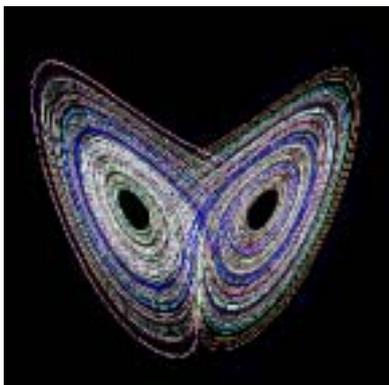


Figura 2. La mariposa de Lorenz.

No se debe confundir “caos” con “desorden”, porque cuando se habla de “caos”, no se habla en una referencia, por eso no hay desorden (Munné, 2000). Orden y organización, junto con el desorden, quedan interrelacionados a través de la iteración. En este bucle, el desorden se relaciona con el orden de un modo a la vez complementario, concurrente y antagonista (Munné, 1994a). Según Ortiz (1991), el “caos”, que aparece en la base de toda ordenación del mundo, no debe ser confundido con el “desorden”, porque éste sólo puede concebirse a partir de un orden y el caos es un estado anterior a toda idea de orden como de desorden. El pensamiento antiguo sobre el caos lo definía como la fuente de todo, o sea, el germen y la condición del orden. A partir de esta visión, se le puede ver como un “orden” en actividad, un fenómeno creador del que emerge el orden (Munné, 1994a). “Entender el caos como la ausencia de orden significa, en términos dialécticos, que el caos no es lo antagónico del orden (que corresponde al desorden) sino la negociación del orden” (Munné, 1994a, pág. 16).

Con el propósito de entender la relación entre caos y orden, en las últimas décadas se han profundizado los vínculos entre caos, autoorganización y manejo de información.

La teoría de la información ofrece ideas para aclarar estos vínculos. La primera es la visión de que cuanto más aleatorio sea un mensaje, más información transmite. Por ejemplo, en una secuencia de números aleatoria generada por ordenador, cada nuevo número que aparece es una novedad, transmite una nueva información. Efectivamente, bajo la perspectiva de la teoría de la información, la entropía es vista como la propia información y por eso hubo la disociación entre información y significado y la posterior asociación entre información y novedad.

Como se demostró con la mariposa de Lorenz, en la que las líneas nunca se cruzan, los sistemas caóticos se caracterizan por no repetir sus estados y así siempre son fuente de novedad. Los sistemas caóticos, o en concreto los atractores extraños, son máquinas de información (Shaw, 1981).

“Los sistemas complejos, con capacidades adaptativas a su entorno, necesitan del caos por cuanto no son posibles ni bajo las estrictas condiciones que impone el paradigma del orden newtoniano ni tampoco bajo la óptica de la plena aleatoriedad en donde cualquier cosa puede ocurrir con igual probabilidad” (Navarro, 2001, pág. 82).

La comprensión de la dinámica caótica puede seguir dos direcciones. La primera es partir del caos y llegar hacia el orden. La segunda, es desde el orden alcanzar el caos. En ambos casos, el estudio del caos se confunde con el de la propia complejidad y cualquier caracterización que se haga de un fenómeno caótico nos conducirá a la conclusión de que es el elemento básico e inseparable de la propia definición de complejidad. Los estudios sobre el caos han pasado a proporcionar un instrumento de diagnóstico, que sirve para la caracterización de sistemas complejos (Haken y Wunderlin, 1990).

El primer aspecto del caos que se analizará es la teoría de los atractores, enseguida pasando por la descripción de las bifurcaciones hasta llegar a la autoorganización. De esta forma, se pretende presentar la dinámica de los procesos caóticos desde el caos hacia el orden y aclarar como funciona el proceso creativo e innovador de la complejidad.

2.2.3.1 Atractores

Los atractores son fenómenos que atrapan trayectorias. Dentro de un espacio de fases (el mapa abstracto que abarca todas las posibilidades de movimiento del sistema), equivale al sitio donde los puntos convergen, pero nunca están. Normalmente, se clasifican los atractores como “deterministas” o “extraños”.

Un atractor determinista se puede predecir a través de ecuaciones matemáticas. En el caso más sencillo, conocido como atractor “de punto fijo”, el sistema siempre es “atraído” a un determinado punto, no importa qué condiciones iniciales se le haya impuesto o qué perturbaciones hayan influido durante la dinámica. Es un sistema regular, regresa una y otra vez a su condición inicial. Las cuerdas de una guitarra son un ejemplo de este tipo

de atractor. Y para una mejor comprensión de este ejemplo, se ofrece la definición del concepto físico de *oscilación* como el fenómeno en que una grandeza o un conjunto de grandezas de un sistema varía según una función periódica del tiempo. Cuando se pinza, la cuerda de la guitarra *oscila* periódicamente de tal modo que con cada oscilación completa regresa a su posición inicial, que es su atractor de punto fijo.

El segundo tipo de atractor determinista es el “de ciclo límite”. Basta imaginar el péndulo de un reloj que funciona a través de un motor eléctrico. El péndulo recibe periódicamente los impulsos eléctricos del motor para que siga en movimiento; caso contrario, tendería a estancarse con el tiempo en su atractor de punto fijo. Pero no es así, ya que con la fuerza eléctrica periódica, el péndulo oscila regularmente. Aunque sufriera perturbaciones, si paráramos el péndulo con las manos o le diéramos un empujón, con el tiempo volvería a su oscilación periódica. Como no hay sólo un punto atractor, sino un ciclo de movimientos hacia donde el sistema es atraído de un punto a otro, el atractor de ciclo límite se denomina también atractor “de doble punto”.

Finalmente, un tipo más robusto de atractor determinista es el llamado atractor “toro” o “casi-periódico”. Actúa cuando el sistema posee más grados de libertad en su espacio de fases, como por ejemplo cuando dos péndulos interactúan y se entrelazan los ciclos límites de cada uno. El estado combinado de los péndulos es descrito por medio de un punto en movimiento que forma una superficie bidimensional en forma de rosquilla, característica de los atractores toro. En efecto, es el conjunto de muchos puntos fijos.

La dinámica de los sistemas que funcionan con atractores deterministas es muy regular y los sistemas vuelven con el tiempo a sus estados atractores. Hay una previsibilidad definida como “asintótica” (Briggs y Peat, 1989, pág. 41). Aunque se ignore la posición exacta del sistema en un momento determinado, en el futuro se sabe que estará moviéndose, por ejemplo, en la superficie del toro y no vagando al azar en el espacio de fases.

La definición de los atractores deterministas sirve para comparar con los atractores que realmente interesan para describir el caos, los atractores extraños. Este tipo de atractor es por un lado determinista porque él mismo define el comportamiento del sistema. Se puede decir que el límite del sistema es el propio atractor. Y, por otro lado, es caótico porque este comportamiento es imprevisible, no se puede saber hacia donde va el límite a cada momento.

El atractor encontrado por Lorenz en forma de mariposa fue denominado “extraño”, ya que no se encuadraba en ninguno de los atractores deterministas conocidos.

Cuando un sistema pasa de un atractor determinista a uno extraño, de hecho está pasando del orden al caos. Es más, la presencia de un atractor es lo que diferencia caos de azar. El azar es imprevisible mientras en el caos se puede predecir más o menos las posibilidades del futuro del comportamiento del sistema. Al final de este capítulo, se discutirán más detalles sobre el azar. De momento, quedémonos con que el caos no es una mera oscilación sin rumbo, sino que constituye una forma sutil de orden a través de la existencia de atractores extraños. En la Figura 3, se puede observar la representación gráfica de dos atractores extraños.

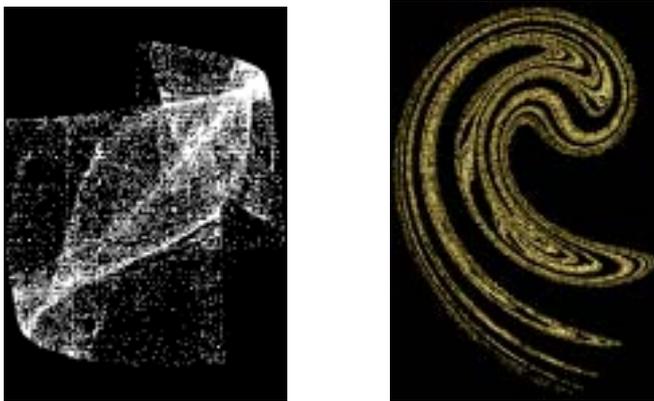


Figura 3. Ejemplos de atractores extraños.

En el mundo real, en la naturaleza, los atractores extraños están ocultos detrás de otro fenómeno, la turbulencia. Las turbulencias son movimientos de gran complejidad que se produce en los fluidos. Consiste en variaciones aleatorias de la velocidad del flujo en el tiempo y el espacio. Se producen cuando todos los componentes de un movimiento son interdependientes y al realimentarse producen más elementos (Munné, 1993). La dinámica de la turbulencia parte desde un comportamiento previsible de ciclo límite, pasando por el de toro hasta que llega a un atractor extraño.

Leonardo da Vinci ha sido quizás el primer científico (multidisciplinar) que estudió la turbulencia en los flujos de agua, dibujando

vórtices dentro de otros vórtices que se vuelven a fragmentar en vórtices más pequeños y así sucesivamente. Esta descripción de los sistemas que parecen similares a sí mismos en escalas cada vez más pequeñas estimula a relacionar el comportamiento turbulento como fractal, o mejor, que la imagen de la turbulencia en un líquido es fractal, como se presentará más adelante. Pero no es sólo eso, sino que estas divisiones y subdivisiones de los vórtices corresponden a las bifurcaciones del sistema. De hecho, volviendo la mirada hacia el proceso contrario, un pequeño vórtice que se va ampliando en otros vórtices más grandes ¿no sería el responsable de generar la turbulencia a gran escala? En efecto, es el caos que se genera a partir del orden.

Esta ruta hacia el caos ha sido identificada por el biólogo Robert May (1974) en el estudio del crecimiento de una población. May identificó que existía un período de tiempo en que el sistema tardaba en regresar a su estado original mediante un experimento donde aumentaba o reducía el suministro de alimentos. El tiempo en que el sistema tardaba en volver a su punto de partida se duplicaba en ciertos valores críticos, fenómeno conocido como duplicación de períodos. Al cabo de varios ciclos de período duplicado, la población variaba al azar y no revelaba ningún período previsible para regresar a su estado original. Por detrás de esta extraña ruta hacia el caos, había un orden sutil, el atractor extraño. El proceso caótico mediante el cual se rellena el espacio de fases era extrañamente ordenado. Habían períodos de estabilidad y previsibilidad en medio de las fluctuaciones aleatorias o intermitencias (Briggs y Peat, 1984). El término “fluctuaciones” se refiere al hecho de que los valores observados se alejaban del valor medio o del valor más probable esperado.

Pero interesa volver al tema de las divisiones y subdivisiones que se definen como bifurcaciones. Éstas están asociadas a comportamientos influidos por más de un atractor y serán el tema del próximo apartado, donde se describirá su función en un camino desde el orden hacia el caos.

2.2.3.2 Bifurcaciones

La teoría de las bifurcaciones sirve para analizar los puntos críticos de una dinámica no-lineal, o sea, que admite varias soluciones. Wagensberg (1981) cita un ejemplo de una reacción unidimensional:

$$\frac{dX}{dt} = \mu(X-R)X,$$

en la que X es una concentración química de valor no negativo.

Para $R < 0$, la única solución posible es $X = 0$. Pero para $R > 0$, se encuentra una bifurcación de la solución, ya que coexisten las soluciones $X = 0$ y $X = R$. Para los valores negativos de R, el sistema no tiene elección y las fluctuaciones acaban siempre por regresar, son intrascendentes. Para R positivo, el sistema tiene dos posibilidades. El azar interviene y las fluctuaciones arrastran el sistema hacia un camino u otro. Al final, se generan bifurcaciones como las vistas en la Figura 4:

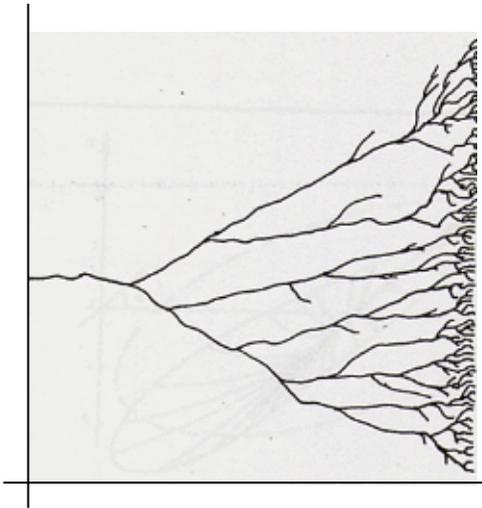


Figura 4. Mapa de bifurcaciones (Wagensberg, 1981, pág. 41).

Una bifurcación es la encrucijada donde se producen ramificaciones, el punto crítico donde un pequeño detalle se magnifica por iteración hasta alcanzar tal tamaño que se crea una ramificación y el sistema adopta un nuevo rumbo. Con el tiempo, las cascadas de puntos de bifurcación hacen que el sistema se fragmente cayendo en el caos, o que se establezca en una nueva conducta. Los puntos de bifurcación son los hitos de la evolución del sistema: cristalizan la historia del sistema.

En el mismo experimento con poblaciones citado anteriormente, May (1974) pudo demostrar que la siguiente ecuación logística no-lineal conocida como “ecuación de Verhulst” tenía una interesante propiedad:

$$X_{n-1} = RX_n (1-X_n),$$

en la que R es el parámetro modificador.

Al utilizar la ecuación para medir la dinámica de crecimiento de las poblaciones, percibió que si iterada un gran número de veces, su valor final es una función del valor del parámetro R de modo que cuando una población llega a su punto crítico mediante sucesivas iteraciones, se produce una bifurcación. A su vez, la bifurcación conduce a una oscilación y termina por generar el caos. Para eso, utilizó diferentes valores de R. Cuando R llega al valor 3, el comportamiento ya no es atrapado por un sólo punto atractor, sino que influye un atractor de ciclo límite, haciendo que el sistema siga su camino a través de oscilaciones. Con $R = 3,45$, el ciclo límite da paso a una nueva bifurcación y así el comportamiento oscila ahora entre 4 valores en lugar de 2. A medida en que se sube el valor R, van surgiendo bifurcaciones con ciclos duplicados de 8, 16, 32, 64 y así consecutivamente. Estos puntos son los sucesivos atractores de la dinámica hasta que R asume el valor de 3,57, cuando entonces aparece el caos. Las evoluciones del sistema ya no siguen un atractor aparente. El caos ha sido generado a partir del orden. May siguió asignando valores a R y cuando alcanzó el número 3,8284 el sistema volvió a presentar un ciclo atractor de periodo 3, luego 5 y después 10. El orden ha sido generado a partir del caos.

Pero entonces, de nuevo surgió el caos. El caos surge de la aplicación de una formulación determinista y el orden surge luego del caos a modo de intermitencias. Intermitencias porque el sistema vuelve a mostrar un comportamiento similar al que había mostrado tiempo atrás y que había desaparecido. De alguna forma se produce una recurrencia en el sistema ya que éste vuelve a un estado muy parecido a otro por el que ya pasó (Navarro, 2001).

Las fluctuaciones internas o externas y el esquema de las bifurcaciones se influyen mutuamente dejando el concepto de evolución abierto a cualquier innovación (Wagensberg, 1981).

Feigenbaun (1978, 1979, 1980) teorizó este comportamiento: el sistema en estado estable está en reposo y en estado inestable se bifurca, oscilando periódicamente, pero a partir de cierto grado de inestabilidad la dinámica entra en estado caótico. Él se dedicó a estudiar este cambio del sistema y descubrió que se puede calcular matemáticamente el punto crítico de cuando el sistema pasa de linear a caótico. Estos hechos describen la ley de universalidad de Feigenbaun.

Por encima de la duda de que tal comportamiento fuera exclusivo de aquel sistema de poblaciones, Feigenbaum comprueba que es una característica general de varias ecuaciones no-lineales y recursivas. Todas las ecuaciones con la forma $X_{n-1} = Rf(X_n)$ tenían el mismo comportamiento de orden-caos mediante continuas bifurcaciones con periodos duplicados. Y no sólo eso, sino que la duplicación de periodos seguía una regla numérica. Su ley de la universalidad define esta medida entre las distancias de las bifurcaciones, comprobando que los valores críticos en los que éstas se producen no son específicos para cada ecuación, sino abstractamente universales para todas ecuaciones del tipo analizado. Logró con eso describir todo el camino de la evolución de un sistema no-lineal recursivo desde el orden hacia el caos.

2.2.3.3 Autoorganización

En muchos sistemas, la relación entre caos y orden es altamente compleja. El proceso se manifiesta a través de regímenes sucesivos de situaciones ordenadas (oscilatorias) seguidos de regímenes de conducta caótica. Se ha hablado de esa extraña manera como un sistema caótico puede evolucionar hacia un estado de orden, es decir, organizarse.

Por “organización” se entiende una disposición de las relaciones de las partes componentes del todo, que produce la unidad o sistema del mismo (Munné, 1994a). Una de las características de los procesos de organización en los sistemas complejos es que este orden es un fenómeno interno. Si por un lado necesita de los intercambios constantes de materia y energía provenientes de su entorno, por el otro, el orden surge de dinámicas internas del sistema, sin que una causa exterior provoque el fenómeno. Otra manera de decirlo es que el orden surge de manera *espontánea*, es decir, que el propio sistema es capaz de generar orden a partir de una situación caótica.

Este fenómeno dentro de las teorías de la complejidad recibe el nombre de “autoorganización”. La “autoorganización” es el potencial creativo de la naturaleza haciéndose realidad en función de la necesidad. Es sinónimo de emergencia y con eso plantea una reformulación en las teorías evolutivas de la naturaleza, como la teoría darwinista de la selección natural. De hecho, hay algunos autores (Margulis y Sagan, 1995; Lovelock, 1979) que proponen nuevas ideas sobre la evolución de la vida en la tierra.

Dos experimentos clásicos dieron margen al concepto actual de autoorganización. La primera es la reacción química llamada “BZ”, en honor a sus creadores rusos Belousov y Zhabotinskii. Esta reacción contiene

elementos auto-catalizadores, es decir, componentes que se producen a sí mismos a través de iteraciones. Esta característica es fundamental para hacer que el sistema pase del equilibrio al ciclo límite, duplicando periodos hasta llegar al caos y finalmente autoorganizándose. La autoorganización de este sistema consiste en la agrupación de las moléculas en patrones ordenados de cierto tamaño que cambian y evolucionan con el tiempo de forma constante, fenómeno conocido como “reloj químico”. Nunca son iguales a pesar de conservar la misma estructura básica. Por detrás de este curioso ejemplo está la iteración no-lineal auto-catalítica de los reactantes y productos de la reacción.

El segundo ejemplo consiste en las bombillas *booleanas* de Kauffman llamadas de “NK”. Para ejemplificar el comportamiento autoorganizativo de una red *booleana* (donde los elementos sólo pueden estar asignados a 2 valores, normalmente V o F), construyó una red de bombillas que se encendían y apagaban de acuerdo con el valor de entrada que recibían de las otras bombillas (encendido o apagado). Inicialmente, los vínculos entre las bombillas están asignados de forma aleatoria y el sistema actúa desordenadamente. Luego, la red alcanza el siguiente estado y el proceso se repite otra vez. La red llega a una fase donde su comportamiento se repite alrededor de algunos estados, en una dinámica organizada cíclica.

Esta emergencia espontánea de orden se llamó autoorganización. Actualmente, la definición de autoorganización añade argumentos a la definición original. Si anteriormente “autoorganizarse” era simplemente “crear un patrón ordenado”, recientemente ha adquirido también la capacidad de generar nuevas estructuras a través de la innovación, desarrollándose y evolucionando. En este sentido, la “autoorganización” es “la aparición espontánea de nuevas estructuras y de nuevos modos de comportamiento en sistemas lejos del equilibrio, caracterizada por bucles de retroalimentación internos y descrita matemáticamente en términos de ecuaciones no-lineales” (Capra, 1996, pág. 103).

Hay varias aproximaciones a la autoorganización. Sin duda, las más conocidas son las de Prigogine, que la explica a través de las estructuras disipativas en sistemas lejos del equilibrio, y la autopoiesis de Maturana y Varela, definida sobre el estudio de sistemas biológicos. Añado la teoría de autoorganización por hiperciclos catalíticos de Manfred Eigen sin desconsiderar el estudio de la autoorganización en otras áreas: Herman Haken y la teoría láser, el propio Kauffman y los autómatas celulares, James Lovelock con la teoría Gaia, Lynn Margulis sobre la hipótesis cooperativa de evolución, entre otros.

En el subcapítulo 2.3 se presentarán estas últimas teorías y se discutirán en detalle las dos primeras teorías que serán modeladas y aplicadas en el estudio empírico que esta investigación propone: estructuras disipativas y autopoiesis.

Como conclusión, la autoorganización es el resultado evolutivamente productivo de toda la dinámica caótica por su poder de innovación y creación de nuevas formas y estructuras. Para ello, utiliza los conceptos de no-linealidad, atractores, bifurcaciones y retroalimentación. A continuación, seguiremos con otros elementos de la complejidad complementarios al caos.

2.2.4 Fractalidad

Paralelamente al desarrollo de la teoría del caos en diversas áreas, el matemático francés Benoît Mandelbrot (1975) desarrolló la llamada “teoría fractal”, que vendría a ser la herramienta matemática representativa de las estructuras caóticas, por ser capaz de representar fenómenos con dimensiones irregulares. En la geometría tradicional se simplificó la naturaleza describiendo sus formas como poseedoras de dimensiones 1, 2 ó 3, por ejemplo. Sin embargo, si se entra en el nivel micro más lleno de detalles y que exige más precisión, se verifica que la realidad de los objetos no tiene dimensiones regulares, sino por ejemplo, dimensiones 1,23 ó 2,58. La realidad es fractal.

La geometría euclidiana, que es la tradicional, abstrae las dimensiones de la realidad para facilitar su manipulación matemática. Esta geometría empezó a entrar en crisis al final de siglo pasado, principalmente por la afirmación del último postulado que dice que dos líneas rectas paralelas nunca se cruzan. Esto sólo es verdad para planos, lo que provocó la creación de otras geometrías, para curvas cóncavas y convexas, pero todavía basadas en la geometría griega. La geometría de los fractales no sigue esta regla, pues consiste en algo distinto.

La propiedad más interesante de la fractalidad, a mi parecer, es la repetición de los patrones. Significa que, en un objeto fractal, las características se encuentran repetidas en diferentes escalas. Todas sus partes, en cualquier escala, son semejantes al conjunto en la forma. Esta “auto-semejanza” geométrica recuerda los vórtices dentro de vórtices en el

estudio de la turbulencia caótica. Efectivamente, los fractales resultaron complementar las teorías de la complejidad, logrando representar geoméricamente los atractores extraños. Mejor dicho, los atractores extraños son ejemplos de fractales. Al ampliar fragmentos de la estructura de estos atractores, se descubre una subestructura de varios niveles en la que se repiten continuamente los mismos patrones.

Este concepto de representación recursiva de una misma forma recibe el nombre de “curva monstruosa”, o “curvas que llenan el espacio” según su descubridor Giuseppe Peano. Los fractales se sirven de esta representación gráfica donde hay un patrón de formación que se repite en el mismo espacio. Peano fomentó la controversia al elaborar una línea (unidimensional) que llenaba un plano (bidimensional), entrelazando las dimensiones 1 y 2, como se puede verificar en la Figura 5, abajo.

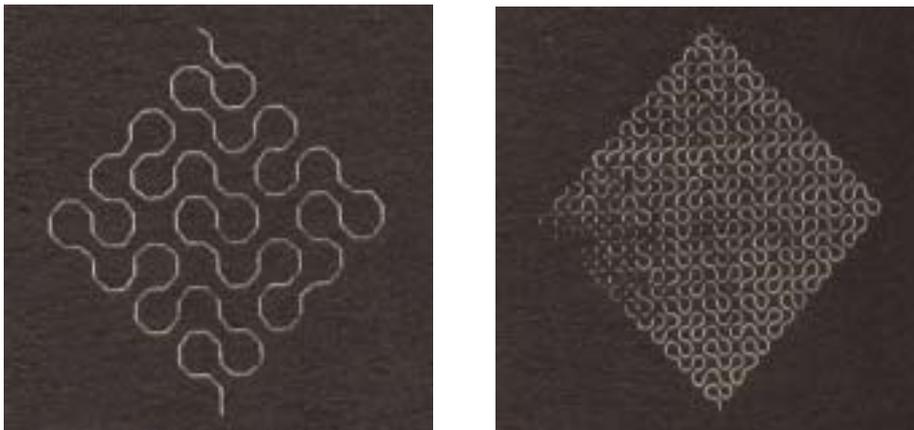


Figura 5. La curva monstruosa de Peano.

Esta repetición, con el límite matemático tendiendo al infinito, es la que provoca un cambio en la dimensionalidad de la figura. Como este cambio ocurre siempre en el límite matemático, la figura, en realidad, tendrá siempre una dimensión intermedia, constituyendo un fractal. Como ejemplo, en la Figura 6 presentamos la curva conocida como “curva de Koch”, una figura de un copo de nieve cuyo patrón triangular repetido con límite al infinito, va formando un círculo, pero solamente en el nivel de límite. Matemáticamente, ya no es más un triángulo ni tampoco un círculo, pues posee una dimensión intermediaria fractal.

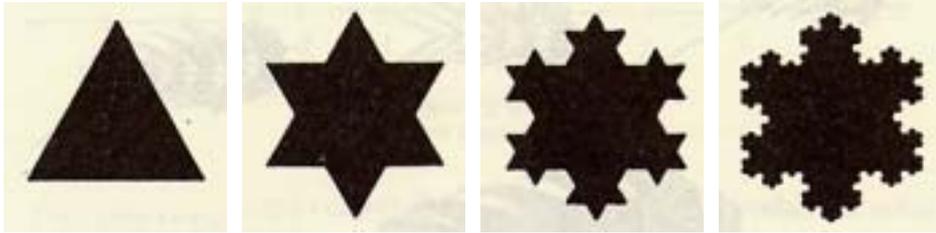


Figura 6. Ejemplo de la formación geométrica de un copo de nieve conocido como la “curva de Koch”.

Las repeticiones, o iteraciones fractales, hacen que cada parte del fractal repita su forma original llamada “homúnculo”, de manera que se puede decir que es igual, pero al mismo tiempo no es igual, porque sólo tiende a serlo. El número de iteraciones es muy grande y por eso los fractales fueron más desarrollados después de la invención de los ordenadores, que permiten aumentar el número de iteraciones. Si se toma una parte de un fractal y se repite xx veces, van a aparecer los homúnculos originales y así en adelante.

En resumen, la fractalidad permite (Munné, 2000):

- mantener la identidad a través del distinto;
- crear una estructura compleja a partir de una simple;
- entender los aspectos regulares de lo irregular y los aspectos irregulares de lo regular.

A la característica de que las repeticiones se produzcan en escalas diferentes de observación se denomina “invariancia escalar”. A pesar de esta variación, el objeto no varía ni tampoco sus propiedades. En el caso del copo de nieve, el triángulo se repite en escalas cada vez más pequeñas.

Mandelbrot encontró una fórmula para representar genéricamente estas curvas monstruosas; es una ecuación del tipo $z = z^2 + C$. La clave del conjunto de Mandelbrot (Mandelbrot, 1975), representado en la Figura 7.a es el z^2 que quiere decir que se repite a sí mismo, que hay un *feedback*, una retroalimentación. En principio, los fractales formados a partir de esta ecuación, llamados “fractales matemáticos”, son estructuras que se repiten con el tiempo (hay una constante C en la fórmula). En la naturaleza, en las iteraciones de los fractales naturales, influyen también el azar, el acaso,

causas exógenas en la regularidad de la irregularidad. Es el caso de las ramificaciones de una hoja de helecho, de acuerdo con la Figura 7.b.

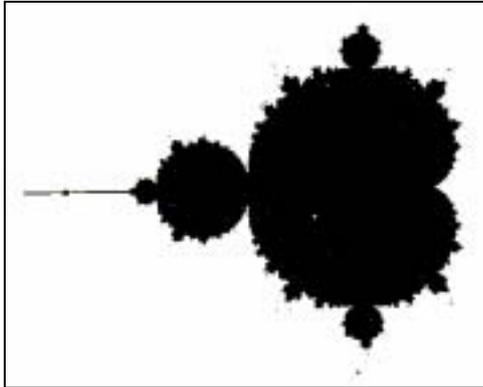


Figura 7.a. Conjunto de Mandelbrot en blanco y negro.

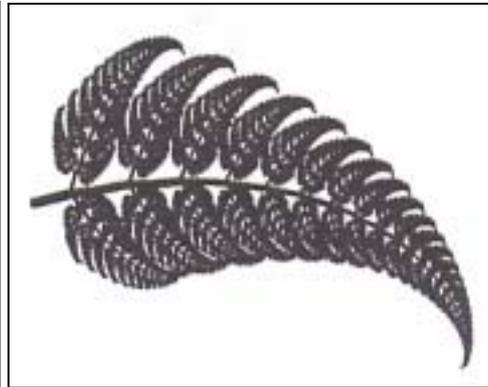


Figura 7.b. Hoja de helecho.

El objetivo de la ramificación fractal es crear una superficie enorme en un pequeño volumen. Las ramificaciones sugieren otro concepto importante dentro de la fractalidad, que es el de “percolación”. La “percolación” define como la ramificación ocurre en el tiempo, su expansión temporal.

La percolación puede ser utilizada para analizar como se difunde una información por *mass media*, como se extiende el aire por el pulmón y poros y aún para verificar el funcionamiento de la dinámica neuro-cerebral. Además, los fenómenos fractales pueden explicar como se expanden las comunicaciones informales dentro de las empresas, como funciona el proceso creativo, los sueños, el amor, etc.

2.2.5 Borrosidad

La teoría de los conjuntos borrosos, de acuerdo con lo propuesto por Munné (1995a), es un acercamiento lógico a la complejidad o dicho de otra

manera, es el elemento de conexión entre la lógica y la complejidad. La borrosidad trae una nueva perspectiva a la lógica formal de Aristóteles, cuyos principios básicos son:

- Principio de identidad: un objeto sólo es igual a sí mismo;
- Principio de no-contradicción: un objeto no puede estar en un conjunto y en su complementario;
- Principio del tercero excluido: un objeto sólo puede estar en un conjunto o en su complemento, y no hay otra posibilidad.

Esta lógica es muy importante, por ejemplo, para el funcionamiento de los ordenadores, así como la lógica *Booleana* (V o F), base de los circuitos integrados utilizados en las máquinas electrónicas. Pero hay otros aspectos de la realidad, como los sociales, a los cuales esta lógica no se aplica y que necesitan de la borrosidad para ser tratados. En este sentido, para las ciencias sociales, la borrosidad es una de las características de la complejidad más útiles en la práctica (Munné, 2000).

La principal característica de los conjuntos borrosos es que la relación de pertenencia no es solamente *si* o *no*, sino una cuestión de *más* o *menos*, de una pertenencia gradual. En la lógica borrosa, más que definiciones, hay nociones, porque se considera que si la realidad es tratada de una manera Verdadero o Falso, se estará cortando la borrosidad inherente a ella, simplificándola. Y la realidad a la cual se relaciona el concepto es borrosa y no tiene límites. En otras palabras, un conjunto borroso no cumple el segundo y el tercer principio aristotélico, es decir, que una cosa puede pertenecer y no pertenecer a la vez a un mismo conjunto complementario, simplemente porque los criterios de pertenencia no son nítidos (Munné, 2000).

Se hará un pequeño recorrido histórico por el desarrollo de la lógica desde Aristóteles. El camino de los investigadores que no siguieron la lógica aristotélica pasó por la construcción de varios conceptos que contrariaban los principios de Aristóteles. Lukasiewicz introdujo el concepto de “incierto” para explicar afirmaciones sobre el futuro, no consideradas por Aristóteles, una vez que este sólo trataba el presente. Así creó un valor intermedio entre V y F, formando una lógica trivalente y contrariando el tercer principio de la lógica aristotélica. Igualmente trivalente era la lógica de Reichenbach, que definió el tercer estado como “probable”, a pesar de que esta probabilidad se presentaba en términos de V o F. El concepto de “infinitos” de Godel dice que la explicación siempre está fuera, mas allá del conjunto, una vez que para ver el todo de un conjunto, tenemos que mirar desde fuera, pero al salir del conjunto, ya no es más un todo. Wittgenstein enfatiza más el conjunto que los elementos, afirmando que hay familias de

conceptos más que conceptos y Russell (1923) destaca la idea de “vaguedad” con relación a la definición de conceptos.

Estos autores pueden ser considerados los antecesores de la borrosidad, hasta que se pudo entrar, a través del investigador iraní Lofti A. Zadeh (1965), en el concepto de la “posibilidad”, según la cual la relación no es simplemente bivalente o trivalente, sino que hay una infinidad de posibilidades, como una línea gradual, una escala. Zadeh empezó a elaborar una teoría de los conjuntos borrosos, que trata de formalizar en un modelo lógico y matemático lo impreciso, lo difuminado, lo indeterminado, lo difuso.

Finalmente, Kosko (1993) desarrolla y aplica las ideas del pensamiento borroso a varias realidades. Epistemológicamente, la borrosidad consiste en un nuevo modo de conocer la realidad, y principalmente de construirla conceptualmente. Por ejemplo, en el estudio de la realidad social, el concepto de borrosidad es muy importante para poder trabajar con conceptos como “mucho, poco, bastante, menos, más”, que están presentes en la realidad diaria.

La borrosidad se discutirá con más detalles en el subcapítulo 5.3, ya que es una de las bases metodológicas del estudio empírico.

2.2.6 Catastrofismo

Reneé Thom (1977) define “catástrofe” como una transición discontinua en un organismo o estructura para mantener su estabilidad. Según Munné (1993), es un cambio brusco para no tener que cambiar, para mantener la identidad. Lo importante es que la catástrofe siempre ocurre en un punto crítico, un punto límite, un umbral. La teoría de las catástrofes definida por el propio Thom en los años setenta trata de estudiar que es lo que sucede justo en el punto crítico, es decir, en el momento que aparece la bifurcación en el sistema.

La teoría de las catástrofes es un método matemático descriptivo de los procesos morfogénicos de la naturaleza basado en teoremas de la geometría de muchas dimensiones. Las catástrofes son los cambios bruscos

y discontinuos producidos por la variación continua de fuerzas dentro de un sistema.

Como se ha expuesto en el apartado sobre caoticidad, el camino hacia el caos va de la uniformidad (orden) a la oscilación (ciclo), y de ésta a la turbulencia generadora de torbellinos (orden parcial y súbito) y la autoorganización. La secuencia orden-ciclos-caos-orden avanza a través de puntos críticos, y sólo si éstos se dan se completa aquélla. Pero nada sabemos todavía sobre por qué un determinado punto es crítico y otro no (Munné, 1993).

El predecesor de Thom fue el matemático Smale (1967) que en la década de 1960 comprendió que la topología se podía usar para visualizar sistemas dinámicos. Mediante curvaturas, torceduras y plegamientos, se puede lograr que una forma topológica represente el movimiento de un sistema. Transformando topológicamente una forma en otra, es posible comparar sistemas dinámicos muy diferentes.

Thom empezó estudiando el tema de la continuidad y discontinuidad topológica, y se sirvió de una clase de pliegue topológico distinta de Smale para describir el cambio no lineal donde los sistemas sufren transiciones abruptas y discontinuas de un estado al otro. Thom clasificó estos cambios abruptos en función de su topología, en siete “catástrofes elementales”. Cada una implica plegamientos en el espacio de fases por el cual se desplaza el sistema. Thom define “variables de control” del sistema a los elementos *externos* que impulsan las conductas del sistema y crean los pliegues. De acuerdo con el número de variables de control, el sistema se puede impulsar en varias direcciones: si hay sólo una, Thom la define como “catástrofe pliegue”; si hay dos, es una “catástrofe cúspide”.

En el primer tipo, el sistema puede ser mapeado topológicamente como un abismo. Cuando el sistema atraviesa el pliegue, impulsado por la variable de control, deja de existir. El segundo tiene dos dimensiones que se pueden representar a través de un papel deformado de tal modo que aparece un pliegue. Las variables de control son las que impulsan el sistema sobre la superficie del papel. El sistema, al atravesar el pliegue superior, reaparece en el fondo del pliegue con una nueva conducta.

El teorema de la catástrofe de Thom muestra que, cuando un sistema se puede describir usando una sola variable de conducta influida por dos variables de control, es decir, dos influencias decisivas, se puede representar mediante una catástrofe cúspide.

Lo más interesante es que los sistemas descritos por Thom son casi siempre estables. Sólo cuando se aventuran al borde de uno de los “pliegues” de catástrofe sufren un cambio abrupto. Eso quiere decir que la mínima influencia puede causar cambios explosivos. Otro gran atractivo de esta teoría es que representa este tipo de sistema como una totalidad, usando la medición cualitativa de los pliegues topológicos y permitiendo comparar los cambios no-lineales que acontecen en sistemas muy diferentes.

El pliegue catástrofe actúa como una descripción de los estados maniaco-depresivos, la ruptura de las olas del mar, los tumultos carcelarios, el láser, el flujo de los polímeros, las simetrías de los cristales. En el nivel psicosocial, la teoría de las catástrofes podría contribuir a un esclarecimiento de procesos como los cambios en las empresas: donde está el punto crítico; los cambios bruscos de opinión personales o grupales; a nivel de percepción, cuando alguien “de repente” se da cuenta de algo; o como una persona cambia de una conducta tranquila a una agresiva para mantener su identidad.

La Teoría de las Catástrofes puede ser esencial para la complejidad, aportando valiosos conocimientos para aplicaciones en el área de ciencias sociales con relación al cambio. Según Laszlo (1989), las sociedades, las alternativas, pueden convertirse en puntos críticos que se abren a nuevas dimensiones de libertad y creatividad.

2.2.7 Azar

Finalmente, creo conveniente dedicar un apartado para discutir el significado del azar en los sistemas complejos y su ruta del caos a la autoorganización. La palabra “azar”, al igual que otras definiciones tratadas en este estudio, puede tener varias interpretaciones. Una de ellas es que el azar es “el conjunto de causas imprevisibles e independientes entre sí, que no se atan a un encadenamiento lógico o racional y que determinan un acontecimiento cualquiera” (Holanda Ferreira, 1999). Es de esperar que el azar caótico signifique algo más allá de esta definición tradicional.

De acuerdo con la ecuación de movimiento de Newton, se puede determinar cualquier movimiento de un sistema si conocemos las condiciones iniciales del sistema. Sin embargo, la cuestión está en cómo

abarcar todas las informaciones sobre las condiciones iniciales con precisión absoluta, especialmente en los sistemas complejos.

A medida que, durante el siglo XIX, surgían evidencias en contra del determinismo newtoniano, ha sido necesario adaptarse y aceptar el papel de las probabilidades. La introducción del azar en la física empezó a disolver el mecanicismo universal y creó un posible acercamiento a la comprensión de la evolución de los sistemas humanos.

Cabe destacar que no sólo el término “azar”, sino también entropía, orden, caos, probabilidad, información, irreversibilidad, etc., han adquirido diferentes significados con el tiempo, de acuerdo con los paradigmas en los cuales eran discutidos.

Como se ha presentado en el apartado sobre las bifurcaciones, el azar influye en para cual de las posibles opciones el sistema va a convergir a través de la ampliación de las fluctuaciones. Este concepto lleva a la idea de que azar y determinismo coaccionan en el proceso evolutivo: el azar decide en las bifurcaciones y el determinismo en el umbral existente entre cada bifurcación.

Mandelbrot, conocido por sus aportaciones a la teoría fractal, distingue dos tipos de azar, el benigno y el salvaje (Mandelbrot, 1996). El “azar benigno” es aquel que puede ser tratado con las técnicas estadísticas existentes. Se distribuye de manera normal en torno al valor medio presentando una regularidad final no aleatoria, como ocurre cuando lanzamos un dado un gran número de veces. El azar que influye ahí actúa como punto de equilibrio y no tiene un papel principal en el estado final del sistema.

El azar salvaje sí juega un papel importante en el estado del sistema, pues es éste quien decide su futuro. Es un azar que no puede ser estudiado con las técnicas estadísticas existentes debido a su aparente cambio continuo de carácter. Especialmente, como se ha expuesto en el apartado 2.2.2, este azar decide la evolución de los sistemas no-lineales.

Wagensberg (1981) discute la definición del azar probabilístico y va más allá planteando una pregunta sobre el azar: El azar ¿es la ignorancia del observador o un derecho de la naturaleza? En el mismo artículo propone que un fenómeno azaroso es aquél que no admite ser descrito por un formalismo, que se resiste a ser reducido a un proceso algorítmico conocido. Concluye que no existe actualmente ningún razonamiento intelectual o experimento que responda a esta pregunta.

De esta discusión muy interesante durante las varias décadas dedicadas al estudio del azar podemos extraer que cuanto más conocemos, más retrocedemos en el azar. El propio Wagensberg plantea que el azar es un concepto complementario del conocimiento. El azar que interviene en el universo tiene como límite el avance del conocimiento.

En otras palabras, se puede decir que el azar es todo aquello del cual no se conocen las causas complejas. El azar siempre ha sido el peor enemigo en la batalla científica por el poder de la predicción y del control por parte del ser humano. El hecho de que se pueda entender la dinámica de algún fenómeno no implica que éste se pueda describir algorítmicamente. Conocer el proceso no necesariamente quiere decir poder controlar el proceso o reproducirlo artificialmente. Del mismo modo, saber las etapas por las cuales pasa un sistema caótico hasta autoorganizarse no garantiza que podamos describir donde está el sistema en cada momento.

El azar está altamente relacionado con la creatividad, pues ambos son procesos que surgen a partir de una *necesidad* concreta dentro de un entorno alejado del equilibrio. Al decir eso, no se propone que sean tratados como fatalidades porque las necesidades son distintas para cada sistema específico en cada situación específica de su dinámica, y no se pueden determinar ni predecir justamente debido a la complejidad del entorno que define la necesidad. La dificultad en vislumbrar al mismo tiempo la compleja relación entre los componentes del sistema resulta en un fenómeno azaroso y por extensión en un fenómeno innovador. Cuando el azar se manifiesta eligiendo un camino entre las posibles bifurcaciones, también se manifiesta la creatividad del sistema a través de una nueva estructura cualitativa, que puede establecerse o no, una vez más, dependiendo de la necesidad del entorno.

Esta es una discusión que aún dará muchos frutos durante el camino del desarrollo de la complejidad, principalmente en su aplicación a las ciencias sociales. A mi parecer, es una de las cuestiones más interesantes en el ámbito de los elementos de la complejidad social porque, al revés de los sistemas químicos, juega con el libre albedrío y la capacidad de toma de decisiones conscientes del elemento humano. Si la incertidumbre y el azar bajo la perspectiva de la complejidad están relacionados con la ansiedad del ser humano (que genera sentimientos de inseguridad e impotencia) frente al control de las situaciones futuras (y así podría ser), la ciencia entrará en el campo de investigación de la metafísica de la conciencia, que actualmente ya se encuentra relacionado con el misticismo científico por muchos autores respetados, la mayoría físicos cuánticos, como Albert Einstein (1984a, 1984b), Erwin Schrödinger (1984a, 1984b, 1984c, 1984d), David Bohm (1988), Roger Penrose (1991, 1994), Werner Heisenberg (1984a, 1984b,

1984c, 1984d, 1984e), Amit Goswami (1993), Max Planck (1984) Pauli (1984), y Fritjof Capra (1983, 1996).

En los apartados 3.3.3.1 y 3.4.4 se presentará la manera cómo esta ansiedad por el control puede bloquear los procesos cognitivos del cerebro impidiendo la percepción humana *natural* de la conciencia.

2.3 Las teorías de autoorganización

2.3.1 Autoorganización: comentarios y definiciones genéricas

El gran ambiente que propició la apertura a la idea de autoorganización fue la corriente del pensamiento sistémico. Con sus orígenes definidas en los años treinta por biólogos organicistas, ecólogos y psicólogos de la Gestalt, el pensamiento estaba estructurado en términos de relaciones, contexto y conectividad de un todo, contrastando con el antiguo planteamiento de análisis de un sistema por sus partes. De forma resumida, los criterios del pensamiento sistémico son:

(i) El cambio de las partes al todo

“Los sistemas vivos son totalidades integradas cuyas propiedades no pueden ser reducidas a las de sus partes más pequeñas” (Capra, 1996, pág. 26). Las propiedades sistémicas surgen de las relaciones entre las partes que son responsables de establecer la organización del sistema.

(ii) El pensamiento contextual

Existen diferentes niveles sistémicos, es decir, sistemas dentro de sistemas. Cada nivel corresponde a un grado distinto de complejidad y la observación de un fenómeno en cierto nivel revela propiedades que no existen en el nivel inferior. Por tanto, no tiene sentido analizar las partes por sí solas, ya que sus propiedades dependen del contexto dentro del cual están actuando, el entorno o el sistema mayor. La “parte” es un patrón que sólo existe porque está inserido en una red de relaciones.

(iii) La estructura de redes

Capra (1996, pág. 57) percibe que “el cambio de las partes al todo puede también ser contemplado como el cambio de objetos a relaciones”. La estructura en red representa el pensamiento no-lineal, donde no hay una estructura más básica o fundamental que otra, sino que están interrelacionadas como una red para formar la realidad compleja del todo.

A partir de estos conceptos, el biólogo organicista Ludwig von Bertalanffy (1968) definió lo que se conoce como la “Teoría General de Sistemas”, cuyo objetivo era sustituir las bases mecanicistas de la ciencia por un planteamiento holístico a través de una teoría matemática basada en sistemas biológicos. Para eso, cuestionó la segunda ley de la termodinámica para los sistemas vivos (sistemas abiertos), pero todavía no disponía de la teoría de Prigogine sobre los sistemas lejos del equilibrio (que será tema del próximo apartado). Sin embargo, logró definir el concepto de autorregulación como propiedad esencial de los sistemas abiertos, lo que daría origen a varias ideas relacionadas, como la autoorganización, e incentivaría otros estudios en el campo de la cibernética.

La cibernética ha sido uno de los primeros movimientos en citar los procesos autoorganizativos. Tiene sus orígenes en la investigación militar sobre detección y derribo de metas aéreas, donde se destaca el concepto de autorregulación a través de retroalimentación negativa.

Un grupo de científicos multidisciplinarios (matemáticos, ingenieros, neurocientíficos, científicos sociales), entre los cuales se encuentran Claude Shannon, John von Neumann, Gregory Bateson, Heinz von Foerster y Norbert Wiener (quien creó el término cibernética), se unieron para investigar la representación matemática de los mecanismos cerebrales. La atención central recaía sobre los patrones de organización, pero mientras Wiener, que además de matemático era licenciado en filosofía, se concentraba en la riqueza de los patrones naturales y buscaba una teoría de la vida, Neumann se centraba en el control a través de la programación. Wiener y Bateson se dedicaron a buscar siempre el patrón común que está por detrás de los fenómenos vivos, describiéndolos holísticamente.

En los años sesenta, Bateson desarrolló un concepto de mente como fenómeno sistémico y Neumann creó el primer modelo de ordenador digital. Sus descripciones de las semejanzas entre el funcionamiento del cerebro y del ordenador influyeron en el pensamiento cibernético sobre la cognición durante tres décadas.

La cibernética trató principalmente de crear modelos mecanicistas de sistemas vivos y sus mayores contribuciones vienen del proceso de comparar máquinas con seres vivos. La cibernética construyó marcos teóricos importantes en varias asignaturas, como la teoría de la información de Shannon (Shannon, 1948; Shannon y Weaver, 1949) y los modelos de procesos neuronales en el cerebro de Ross Ashby (1956, 1960). Los modelos informáticos de cognición de Von Neumann son los ancestros de la moderna inteligencia artificial.

Sin embargo, la contribución más importante bajo el punto de vista autoorganizativo ha sido la popularización científica del concepto de “bucles de retroalimentación”: negativa si es responsable de la autorregulación del sistema (autoequilibrante) o positiva si es autorreforzadora. Wiener (1948) enfatizó la importancia de la retroalimentación como modelo no sólo de los organismos vivos, sino también para explicar el comportamiento de sistemas sociales. La retroalimentación es uno de los elementos en común más importantes y esenciales en las teorías de la autoorganización.

El término “autoorganización” surgió en los años cincuenta cuando los cibernéticos comenzaron a construir modelos matemáticos para explicar la dinámica de las redes neuronales. Un primer modelo se trataba de un modelo simplificado en forma de una red binaria de bombillas interconectadas que se encendían o apagaban de acuerdo con el resultado de una regla de conexión aplicada a la bombilla anterior. El sistema se iniciaba con parpadeos aleatorios, pero siempre llegaba a un punto donde se podían identificar patrones ordenados de parpadeos y hasta ciclos repetidos. A esta emergencia espontánea de patrones ordenados se le llamó “autoorganización”. Este experimento es similar a las redes NK estudiadas por Kauffman, de las que ya se ha hablado anteriormente.

A partir de ahí muchos cibernéticos empezaron a utilizar el término en sus modelos. Heinz von Foerster fue el principal divulgador del nuevo concepto, manteniendo un grupo de investigación multidisciplinario dedicado a sistemas que se autoorganizan. Los temas discutidos en este grupo fueron la base para las modernas teorías de la autoorganización, juntamente con el desarrollo de las matemáticas de la complejidad a partir de los años setenta. En varias áreas y en varios países surgieron experimentos y teorías sobre la autoorganización, que se describirán a continuación.

La teoría láser surgió a principios de los años sesenta, cuando Herman Haken (1977) descubrió que la organización de las ondas de la luz de láser proviene de una coordinación espontánea de los átomos individuales del

láser. Este orden espontáneo es un proceso de autoorganización explicado por una teoría no-lineal. Para que pueda ocurrir, es necesario que el sistema láser se encuentre en un estado lejos del equilibrio térmico, es decir, hay que haber un flujo constante de energía a través del sistema. Haken introdujo el término “sinérgica” para el estudio de comportamientos en los que la coherencia de las partes individuales lleva el sistema como un todo a una dinámica holística organizada.

Las redes binarias que dieron origen al término “autoorganización” volvieron a ser estudiadas por Stuart Kauffman dos décadas después, utilizando las técnicas recién desarrolladas de la teoría de los sistemas dinámicos. Kauffman (1992, 1993), biólogo evolutivo, y sus colaboradores del Instituto de Santa Fe estudiaron principalmente el papel del caos en los sistemas vivos. Las redes binarias fueron utilizadas para representar sistemas muy complejos que no podrían ser representados por ecuaciones diferenciales. La principal característica es que siempre presentan por lo menos un atractor periódico y que pueden representar la dinámica de varios sistemas vivos, es decir, pueden explicar su autoorganización. La teoría de Kauffman es que los sistemas vivos existen en una región que él define como “el borde del caos”. Esta región no es ni tan ordenada como para no permitir novedades, ni tan caótica como para no mantener su organización.

La teoría del “Orden Implicado” del físico atómico David Bohm (1988) postula la existencia de una estructura profunda detrás de la realidad física, una vez que no está localizada en un sistema en particular. La estructura es un trabajo enredado y ordenado que afecta el “todo” de la realidad física. Esta definición se relaciona con la idea de totalidad, de la interrelación entre todos los sistemas existentes y con la teoría de los ciclos catalíticos. Si se toma esta postura, todos los sistemas están entrelazados, acaban funcionando como uno, y tiene sentido la afirmación de Bohm de que el orden está fuera de cualquier sistema y por eso no se encuentra en la realidad física, sino a otro nivel, en forma de organizar la totalidad. La noción de que el orden implicado es dinámico es única en la teoría de Bohm. El universo aparece como una totalidad en movimiento (holomovimiento), tanto a la persona como el mundo en que se mueve. Bohm utiliza la física, la matemática y la teoría holográfica del cerebro de Karl Pribram (1990) para explicar la no-linealidad de los acontecimientos. Otra aportación de esta teoría es la idea de que la materia también es ondulatoria, compuesta de patrones de interferencia que interfieren con patrones de energía. Y, principalmente, en el nivel epistemológico, habla de que la ciencia está implicada en la materia, pero que la materia es el despliegue de la conciencia.

Otras dos teorías de autoorganización modernas incluyen el foco de atención de esta investigación. La teoría termodinámica de las estructuras disipativas de Ilya Prigogine y la autopoiesis de los sistemas vivos de Humberto Maturana y Francisco Varela. Estas dos teorías son bastante abarcadoras con relación a los otros modelos discutidos y en algunos aspectos se complementan mutuamente. Por este motivo, se dedicará más tiempo a su exposición, ya que posteriormente serán la base de los modelos descriptivos de autoorganización de grupos pequeños de trabajo.

La principal diferencia entre los primeros conceptos encontrados en la cibernética sobre autorregulación y autoorganización y las modernas teorías de la autoorganización consiste en que estas últimas contemplan la posibilidad de la emergencia de estructuras cualitativamente nuevas. El propio proceso autoorganizativo es visto como una oportunidad evolutiva a través del surgimiento de nuevas formas de comportamiento.

La creatividad autoorganizativa es el elemento que se repite en todos los modelos que se describirán a continuación. Pero existen más elementos en común. Como se ha comentado anteriormente, también la existencia de ciclos o bucles de retroalimentación es fundamental para el proceso organizativo. Esta característica implica una dinámica no-lineal actuando en las relaciones entre los elementos del sistema. Además, la condición inicial es que exista un flujo constante de energía y materia al cual esté sujeto el sistema. Sin esta apertura, la autoorganización no es posible, así como no es posible la emergencia creativa, el aprendizaje y la evolución.

La autoorganización que conduce el sistema a su autonomía e evolución contrasta con la organización controlada que lleva al equilibrio del sistema. Esta última no funciona a través de flujos de energía, sino mediante fuerzas conservativas de atracción y repulsión que mantienen el equilibrio del sistema. Por otro lado, la autoorganización se mantiene como un orden dinámico espontáneo solamente porque intercambia energía con el entorno. Mientras que las estructuras en equilibrio (como los cristales) pueden crecer indefinidamente, las estructuras dinámicas denominadas por Prigogine como “estructuras disipativas” son capaces de espontáneamente encontrar y mantener un tamaño óptimo, independiente del entorno (Jantsch, 1981).

Antes de empezar a describir las principales características de las estructuras disipativas y de los organismos autopoieticos, se dedicará un pequeño apartado a la descripción de la teoría bioquímica de los hiperciclos catalíticos de Manfred Eigen. A pesar de que esta teoría autoorganizativa no se analizará directamente mediante la investigación empírica, los hiperciclos catalíticos están implícitamente relacionados con los procesos

autoorganizativos de las estructuras disipativas y de la autopoiesis. Son los mecanismos que explican la dinámica de los bucles de retroalimentación generadores de la no-linealidad existentes en los dos modelos. Siempre que se hable de “retroalimentación”, se estará haciendo referencia indirectamente a los hiperciclos catalíticos.

2.3.2 Hiperciclos catalíticos

En 1979 Manfred Eigen y Peter Schüster publican un libro compilando varios artículos publicados en la revista “Die Naturwissenschaften” durante los años de 1977-1978, titulado *El hiperciclo, un principio de la autoorganización natural* (Eigen y Schuster, 1979). El objetivo era descifrar el origen de la vida, como la autoorganización de sistemas físicos inorgánicos pudieron llegar a generar un sistema vivo en la tierra prehistórica. Los autores sugieren que los ciclos de ácido nucleico se organizaron en hiperciclos que dieron lugar a un sistema mínimo que pudiera llenar el hueco existente entre el inorgánico y el vivo.

Según Maturana y Varela, los ciclos catalíticos en particular no constituyen sistemas vivos ya que sus fronteras están determinadas por factores ajenos al proceso catalítico, por ejemplo, el recipiente físico en que tienen lugar (Capra, 1996).

El punto de partida son tres premisas básicas sobre los hiperciclos, descritas por Eigen y Schüster (1979, pág. V):

- (i) Los hiperciclos son un principio de la autoorganización natural, permitiendo una integración y evolución coherente de un conjunto de entidades autorreplicantes acopladas de una manera funcional.
- (ii) Los hiperciclos son una nueva clase de redes de reacciones no-lineales con propiedades únicas.
- (iii) Los hiperciclos son capaces de originarse en la distribución mutante mediante la estabilización de los genes mutantes divergentes. Los hiperciclos, entonces, evolucionan en complejidad por un proceso análogo a la duplicación y especialización de genes.

La teoría de los hiperciclos catalíticos se centra en el tema de la retroalimentación. En química, una reacción catalítica es aquella en la que se utiliza una sustancia denominada “catalizador”, capaz de acelerar la velocidad de la reacción química sin cambiarse a sí mismo. Manfred Eigen, al estudiar las reacciones catalíticas con enzimas (los catalizadores más utilizados por su elevada eficacia), observó que en los sistemas bioquímicos lejos del equilibrio, las diferentes reacciones catalíticas se combinan y forman redes complejas que contienen bucles cerrados, los llamados “ciclos catalíticos”. A lo largo del tiempo, los ciclos catalíticos tienden a entrelazarse para formar otros bucles cerrados en los que uno de los productos de un ciclo actúa como catalizador del ciclo siguiente. Eigen denominó a estos bucles como “hiperciclos catalíticos”.

Los hiperciclos pueden pasar por inestabilidades y son capaces de evolucionar creando sucesivos niveles más elevados de organización, caracterizados por una diversidad creciente de componentes y estructuras. La utilización del concepto de “hiperciclos catalíticos” para esta investigación propone que la dinámica y las relaciones internas entre los componentes de un grupo son también ciclos catalíticos y por eso estos son capaces de crear estructuras con un grado de organización superior a partir de estructuras internas más sencillas, lo que caracteriza la autoorganización.

Un hiperciclo puede servir para más de una función y entonces se denomina “hiperciclo de grado enésimo”. Un ejemplo de Eigen (1971) de un hiperciclo de grado 2 que vincula la síntesis de ácidos nucleicos y proteínas complejas, donde los ácidos actúan como portadores de información y las proteínas como catalizadoras. Para que un hiperciclo mantenga un sentido específico de rotación, debe haber no-equilibrio e intercambio de energía con el entorno. El ciclo de proceso interno se renueva a sí mismo continuamente y a partir de eso reproduce sus participantes. Como un todo, el ciclo actúa como un catalizador transformando productos iniciales en productos finales, o “comida” en “basura”. Los productos finales pueden, obviamente, ser reciclados como pasa en los ecosistemas y en la biosfera donde el intercambio neto con el espacio externo se refiere sólo a la importación de fotones ricos en energía y a la exportación de fotones deficientes de energía.

2.3.2.1 Catálisis, autocatálisis e hiperciclos catalíticos

Un ejemplo para discutir los temas de este título es imaginar una secuencia de reacciones químicas en términos de reactantes y productos. Los reactantes son los elementos que combinados generan determinados

productos. Si cualquiera de los productos resultantes es igual a alguno de los reactantes, el ciclo de reacciones es conocido como un *ciclo catalítico*. Un ejemplo común es el mecanismo catalítico de una enzima, como muestra la Figura 8.

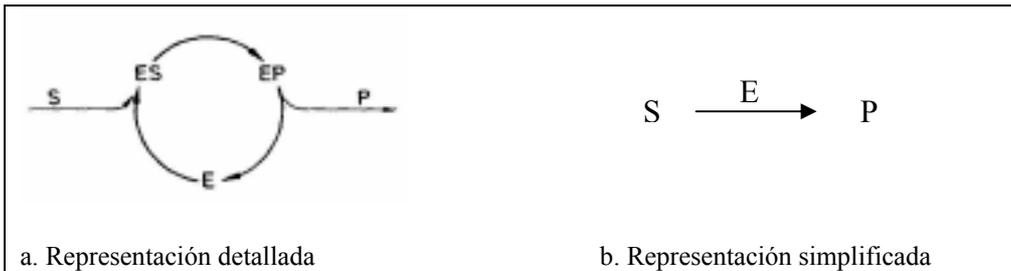


Figura 8. El mecanismo catalítico de una enzima (Eigen y Schüster, 1979).

El proceso catalítico de una enzima posee como mínimo tres intermediarios: la propia enzima (E), el sustrato de la enzima (ES) y el complejo del producto enzimático (EP). Este ciclo autoreproductivo demuestra la equivalencia de la acción catalítica de la enzima y el restablecimiento cíclico de los intermediarios durante el proceso de transformación del sustrato en producto. La representación simplificada de este proceso se encuentra en el ítem b de la Figura 8.

El ciclo de ácido cítrico y el ciclo de carbono (para más detalles, ver Eigen y Schüster, 1979; Jantsch, 1981) son ejemplos reales no tan sencillos de ciclos catalíticos. En ambos procesos, la materia rica en energía se convierte en productos deficientes de energía que se conservan durante el proceso. Como en el ejemplo de la enzima, hay un restablecimiento cíclico de los elementos intermediarios esenciales. En otras palabras, hay un gasto de energía, una disipación con el entorno, lo que sugiere que el sistema se encuentra en el estado lejos del equilibrio en forma de estructura disipativa, como se discutirá en el próximo apartado.

Imaginemos ahora un ciclo de reacción en el que los elementos intermedios (como mínimo uno, pero pueden ser todos) son catalizadores. Este ciclo está representado en la Figura 9. Los elementos catalizadores permanecen constantes durante el proceso reactivo por su propia naturaleza catalítica. Cada uno de ellos se forma a partir del material rico en energía proveniente del proceso catalítico del elemento intermedio precedente. El

ciclo catalítico representa un nivel de organización superior dentro de la jerarquía catalítica.

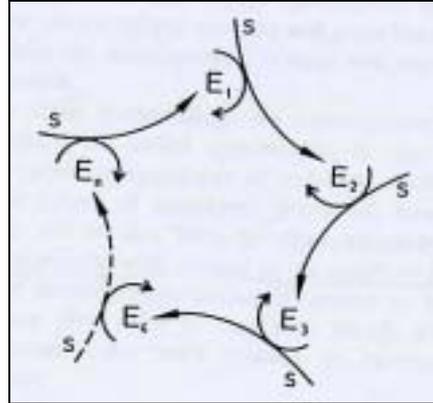


Figura 9. Representación topológica de un ciclo autocatalítico.

Los elementos intermediarios $E_1 \rightarrow E_n$ son catalizadores que se forman a través del sustrato (S) rico en energía del elemento precedente. En otras palabras, cada intermediario E_i es un elemento catalizador en la producción de E_{i+1} . Si se mira este ciclo catalítico como un todo, se reconoce una unidad que genera su propia reproducción, lo que es conocido como “ciclo autocatalítico”. Para generar la dinámica del ciclo autocatalítico, no es necesario que todos los elementos sean autocatalíticos, basta con que haya un único elemento que cumpla esta condición.

Este ciclo como se ha representado con n elementos intermediarios no es común en la naturaleza. Un ejemplo conocido con cuatro elementos es el ciclo asociado con el proceso de réplica de la molécula del ARN. Lo más común es encontrar sistemas de reacción con un único elemento catalizador, o una única unidad autorreplicante (I) (unidad que se forma de varias entidades conteniendo la misma clase de información), como muestra la Figura 10.



Figura 10. Unidad autocatalítica.

Bajo condiciones estables, el producto gráfico de un proceso catalítico es una recta que crece linealmente con el tiempo, mientras que el proceso autocatalítico genera crecimiento exponencial.

Un hiperciclo catalítico es un sistema que conecta unidades autocatalíticas o autoreplicantes a través de vínculos cíclicos (Eigen y Schuster, 1979). Si bien un sistema autocatalítico puede ser considerado en teoría un hiperciclo (porque representa una secuencia cíclica de catalizadores que a su vez son ciclos de reacciones), el término se refiere a los sistemas que son hiperciclos con relación a la función catalítica. Por este motivo, en realidad, son definidos como hiperciclos de orden superior, ya que hacen referencia a reacciones de segundo orden (como mínimo) con respecto a la concentración catalítica (Eigen y Schuster, 1979).

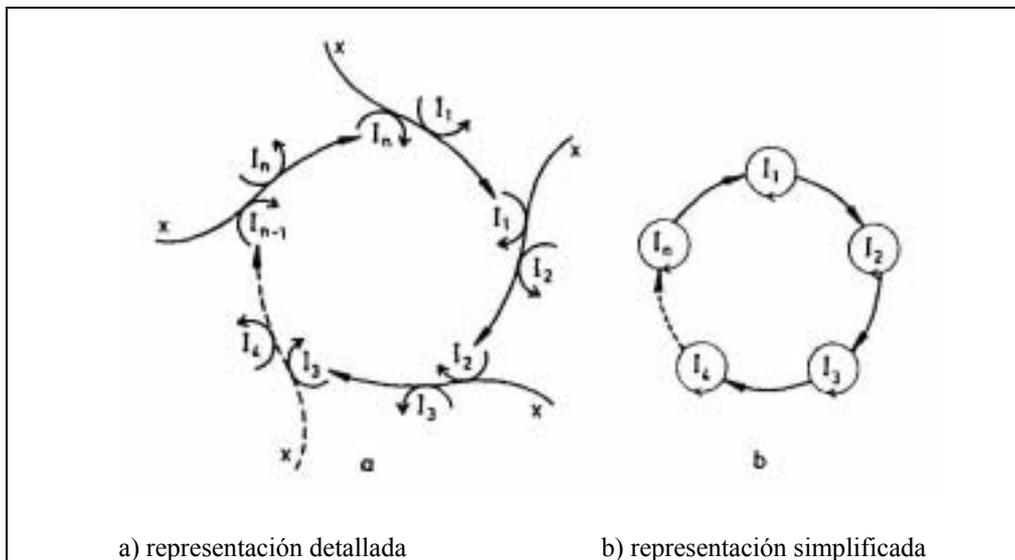


Figura 11. Hiperciclo catalítico.

La Figura 11 presenta un hiperciclo catalítico formado por elementos intermediarios $I_1 \rightarrow I_n$. Estos elementos son unidades autocatalíticas y como tal, son capaces de autoreproducirse y de proporcionar soporte catalítico para la reproducción del próximo elemento intermedio, generando el sustrato rico en energía (X). El proceso de réplica debe ser cíclicamente realizado por estos vínculos de acoplamiento entre las unidades autocatalíticas. Los vínculos son responsables de reprimir o ampliar, formando una especie de protección contra la desintegración del hiperciclo. Son ciclos autocatalíticos dentro de ciclos y así el hiperciclo forma una unidad autoreproductiva de nivel superior. La representación simplificada del hiperciclo en la Figura 11b presenta esta jerarquía de manera más clara.

Los hiperciclos son una forma de autoorganización porque poseen características y propiedades únicas en un nuevo nivel de organización, que las organizaciones jerárquicamente inferiores no presentan. La Figura 12 representa estos varios niveles.

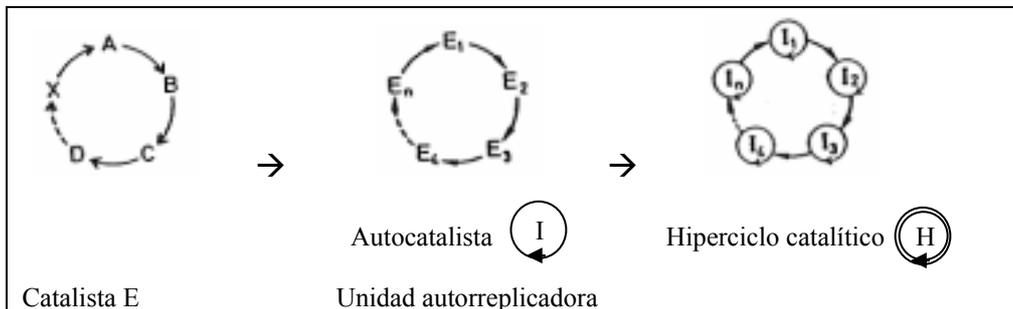


Figura 12. La organización jerárquica de redes de reacción (Eigen y Schuster, 1979).

Las propiedades únicas y características emergentes de los hiperciclos y no presentes en los niveles inferiores son las siguientes:

- (i) Si las unidades autorreplicativas no acopladas por vínculos pueden conservar una cantidad limitada de información (que pasa a través de las generaciones), los hiperciclos, además de ser selectivos, poseen propiedades integradoras, que permiten realizar cooperación entre unidades inicialmente competitivas entre sí (Eigen y Schuster, 1979).

- (ii) Los hiperciclos compiten con cualquier entidad autoreplicativa que no esté integrada en su unidad mediante los vínculos. Sin embargo, poseen la habilidad de establecer organizaciones que funcionan como un todo. Es decir, a la vez que no permiten la coexistencia con otros hiperciclos en cuanto cada uno funcione individualmente, contienen la tendencia implícita de unirlos a todos por vínculos, formando un solo sistema de orden superior.
- (iii) La vinculación jerárquica entre hiperciclos con grados diferentes de organización interna depende del acoplamiento de estos grados. Por ejemplo, dos hiperciclos H1 y H2 con organización interna de grados g_1 y g_2 respectivamente, dependerán de un acoplamiento intercíclico de grado $g_1 + g_2$ para establecer una coexistencia estable (Eigen y Schuster, 1979).

Existe una jerarquía en las reacciones cíclicas que forman la dinámica de la naturaleza. Un ciclo de reacciones actúa globalmente como un catalizador, un ciclo de catalizadores actúa globalmente como un autocatalizador y un ciclo catalizador de autocatálisis actúa globalmente como un hiperciclo (Jantsch, 1981).

El hiperciclo forma una dinámica de sistemas que se auto-mantiene y su importancia en la naturaleza consiste en proporcionar estabilidad dinámica frente al entorno turbulento. Los ciclos de reacciones catalíticas disipan energía con el medio no sólo convirtiendo elementos ricos en energía en elementos deficientes en energía, sino también utilizando la energía libre y transformándola en calor.

De la misma forma funcionan los ciclos de reacciones de transformación que se utilizan de catalizadores externos al ciclo. En la naturaleza, los sistemas normalmente realizan una red combinando ciclos o partes de ciclos: ciclos catalíticos apoyados por ciclos catalíticos. Esta red forma un ciclo individual, pero que se sirve de productos intermedios.

Por ejemplo, podemos tener un ciclo global en el que un reactante de un pequeño ciclo de transformación es utilizado por el elemento catalizador, que lo transforma en un producto a parte y se recicla a sí mismo. Mediante un acción en la que una forma “positiva” induce a la producción de una forma “negativa” para que de esta pueda sacar otra forma “positiva”, la autocatálisis transporta información compleja para su autoreproducción. El proceso de autocatálisis se informa a sí mismo antes de autoreproducirse mediante ciclos catalíticos de formas “positivas” y “negativas” alternadas.

En otras palabras, utiliza mecanismos de retroalimentación para aprender a evolucionar frente a las fluctuaciones del entorno.

El tipo de la dinámica global del sistema puede ser:

1. Equilibrio. Los ciclos funcionan hasta que el sistema llega al estado de equilibrio, cuando las reacciones se vuelven reversibles y las fluctuaciones siempre tienden a volver el punto de equilibrio. Las características de crecimiento son de valores que disminuyen tendiendo a llegar a cero y por tanto, el crecimiento es negativo.
2. Autorregeneradora. El crecimiento general es nulo y la función que lo representa es lineal. Estos sistemas funcionan como catalizadores en una cadena de reacción.
3. Autorreplicadora. El crecimiento general es una función exponencial. Los sistemas bajo esta dinámica funcionan como autocatalizadores.
4. Autoselectiva. El crecimiento general es una función hiperbólica. El sistema actúa como un autocatalizador de otro sistema autocatalizador. Este nivel jerárquico se define como “autoselectivo” porque posee la tendencia a realizar una selección interna conocida como “*once-forever*” o “definitiva”.

La organización cíclica, en forma de retroalimentación, es un prerrequisito para la evolución de sistemas complejos. Bajo la perspectiva hipercatalítica, el tipo de ciclo y las funciones que asume determinan la complejidad máxima de la información que puede ser reproducida por las reacciones.

Los hiperciclos, por su parte, son estructuras estables con la propiedad de persistir bajo varias condiciones. Son capaces de autoreplicarse y de autoproducirse corrigiendo errores de reproducción (mutaciones o fluctuaciones). Como consecuencia, son capaces tanto de transmitir como de mantener información compleja.

La evolución autoorganizativa de hiperciclos pasa por el hecho de que “pueden sufrir inestabilidades y así crean niveles sucesivos más elevados de organización, caracterizados por una diversidad creciente y una gran riqueza de componentes y estructuras” (Laszlo, 1987, págs. 34-35). De esta manera, los hiperciclos son capaces de competir en un proceso de selección natural inorgánica al nivel molecular. Las mutaciones de la selección natural de Darwin para los seres vivos corresponden a las inestabilidades o fluctuaciones sufridas por el hiperciclo de forma que crea una ventaja

competitiva. Esto solo es posible si el sistema químico en cuestión, el hiperciclo, se encuentra en el estado lejos del equilibrio.

2.3.3. Estructuras disipativas

La teoría de las estructuras disipativas ha sido desarrollada por Ilya Prigogine dentro del campo de la termodinámica. Define las estructuras disipativas como elementos que necesitan disipar e intercambiar con el medio para sobrevivir, porque es de esa manera que se desarrollan. Él identificó la “entropía”, que hasta entonces tenía una connotación de equilibrio en el área de la termodinámica, como un estado caótico que puede estar en equilibrio o no.

A partir de esta definición, aportó una nueva clasificación para los sistemas, de acuerdo con el grado de equilibrio en que se encuentran: en equilibrio, cerca del equilibrio o lejos del equilibrio.

Aún de acuerdo con esta teoría, solamente los sistemas disipativos pueden permanecer en estado lejos del equilibrio y evolucionar. En termodinámica, cuando hay un aumento en el flujo de materia y energía que pasa a través de la estructura disipativa, pueden ocurrir nuevas inestabilidades y la transformación en nuevas estructuras de complejidad incrementada.

La aplicación de la teoría de Prigogine en esta investigación supone que los grupos de trabajo son sistemas disipativos en estado lejos del equilibrio y, por lo tanto, tienen el potencial de transformarse en estructuras de mayor complejidad y evolucionar de manera autoorganizativa.

Este apartado define la teoría de las estructuras disipativas, que se discutirán a fondo en los próximos párrafos. Por ello, en todo este apartado se basará principalmente en los trabajos más relevantes de Ilya Prigogine, juntamente con sus colaboradores y coautores (Glansdorff y Prigogine, 1971; Nicolis y Prigogine, 1977, 1987; Prigogine, 1980, 1983, 1986, 1988a, 1988b, 1993, 1997; Prigogine y Allen, 1982; Prigogine y Stengers, 1979, 1984). Estos trabajos contienen toda la estructura básica de la teoría disipativa, incluyendo el concepto clave para su entendimiento: la

clasificación de los sistemas de acuerdo con su estado de equilibrio termodinámico.

Para discutir todos estos temas, en primer lugar hace falta presentar algunas definiciones estratégicas, como la de “entropía” y la propia definición de “equilibrio” según el paradigma de la termodinámica.

2.3.3.1 La segunda ley de la termodinámica

La termodinámica es la parte de la física que investiga los procesos de transformación de energía y el comportamiento de los sistemas en esos procesos (Holanda Ferreira, 1999). Un concepto muy importante en la termodinámica es la entropía, como ya se ha introducido en el apartado 2.2.1.

El término “entropía” puede ser encontrado para definir varios conceptos. Durante décadas, ha pasado por muchos cambios de significado de acuerdo con la asignatura a la cual se refería. Es por este motivo que Hayles (1990, pág. 60) afirma que “no se debe preguntar qué es la entropía, sino investigar qué significaba, para quién, por qué razones, en qué contexto y con qué consecuencias”.

Rudolf Clausius, en el siglo XIX, utilizó la palabra “entropía” por primera vez (adaptada del griego que significa “vuelta”, “transformación”) para definir las leyes de la termodinámica. Para Clausius, la entropía hace referencia a la disipación de calor que ocurre cuando hay un intercambio término. O, en otras palabras, “la entropía es una medida de la pérdida de calor con fines útiles” (Hayles, 1990, pág. 63).

La primera ley es la que afirma que la energía no se crea ni se pierde, sólo se transforma. O lo que es lo mismo, la cantidad total de energía en un sistema es constante. Esta ley se aplica a los sistemas cerrados, ya que los sistemas abiertos son capaces de intercambiar esta energía con el medio. El hecho de que esta energía esté en la forma que pueda ser utilizada o no, es decir, con fines útiles, es abarcado por la segunda ley.

La segunda ley de la termodinámica establece que la entropía de un sistema siempre aumenta hasta su valor máximo. Esta definición ha sido creada inicialmente para explicar el funcionamiento del universo, un sistema considerado aislado (sistemas en los cuales no ocurren intercambios con el exterior a ningún nivel, ni de materia, ni de energía). Esta ley llevó a la concepción de muerte termodinámica del universo, basada en que si se

pierde energía con fines útiles en cada intercambio térmico, en algún momento ya no existirá energía (calor) para producir trabajo. Este estado de “muerte” coincide con el valor máximo de entropía del sistema.

La entropía constante es posible de imaginar en un sistema idealizado que esté siempre en equilibrio, pero no en el mundo real.

Muchos científicos de la época trazaron sus interpretaciones y consecuencias de las leyes de Clausius de acuerdo con sus paradigmas sociales y profesionales. William Thomson, el físico inglés más conocido como Lord Kelvin, entendió a la entropía como la decadencia inherente del universo, frente a la impotencia humana de controlar este hecho.

James Clerk Maxwell ofreció una nueva visión a las leyes de la termodinámica a través de un experimento en el que utilizaba una metodología estadística para definir las propiedades de un gas. A través de este paradigma, se pudo entender las leyes más bien como generalizaciones estadísticas, impidiendo que tuviesen el valor de verdades absolutas. Así fue como el paradigma probabilístico substituyó el determinismo con relación a la termodinámica.

Ludwig Boltzmann (1909) amplía la definición probabilística de Maxwell definiéndola como “una medida de la aleatoriedad o del desorden de un sistema cerrado”. Su fórmula original es:

$$S = K (\log W)$$

En la que: S = entropía

K = constante universal

W = número de maneras en las cuales el sistema tiene que ser ordenado para producir un estado específico.

Esta fórmula, aplicada a las situaciones reales, nos confirma que hay más probabilidad de que un sistema tenga un estado final mixto o aleatorio. Desde otra perspectiva, “mientras más mezclado o aleatorio sea el estado final, más probable será, porque habrá más configuraciones que conducen a él” (Hayles, 1990, pág. 63). Consecuentemente, si la distribución aleatoria es la más probable, y la entropía aumenta con esta probabilidad, cuanto más aleatorio sea el estado final, mayor será la entropía.

Un punto interesante es que la visión probabilística de entropía también permite la posibilidad de utilizar la definición para otros sistemas no termodinámicos.

Como se ha comentado anteriormente, las leyes de la termodinámica y sus interpretaciones vistas hasta ahora han sido definidas para describir el comportamiento del universo, un sistema supuestamente aislado. Así que de momento, se puede afirmar que “en los sistemas aislados, la entropía tiende a su valor máximo, hacia estados de mayor desorden, de mayor probabilidad” (Navarro, 2001, pág. 21).

Realizando rápidamente un resumen histórico sobre el vínculo de la entropía con otros campos de estudio, destacamos su relación con la información, que ha sido muy discutida durante las últimas décadas. Leo Szilard (1929) comparó en 1929 la entropía con el concepto de información. Leon Brillouin (1951) utilizó esta idea en la década de 1950 para relacionar ambos conceptos y llegar a la conclusión de que la información es igual a la cantidad negativa de entropía. Rolf Landauer y Charles H. Bennett (1985) descubrieron que los procesos costosos o irreversibles requieren la destrucción de la información.

Claude Shannon, el padre de la moderna teoría de la información parece contradecir a Brillouin al afirmar que información y entropía tienen una relación positiva, es decir, no son opuestas. La ecuación de la información de Shannon (1948) era muy similar a la ecuación de entropía de Boltzmann, hecho que implica que la producción de información y de entropía están relacionadas. Sin embargo para que esta relación fuera viable, en la teoría hizo falta separar la información del significado y asociar información con novedad. Un ejemplo de esta última asociación es un algoritmo implementado en un ordenador que genera números aleatorios. Los números salen cada quince segundos en la pantalla del ordenador, en secuencia. Aunque se hayan observado los números durante dos horas, no será posible predecir el próximo número, así que el momento en que este aparece, es el momento de máxima información y también de caos.

El hecho de interpretar lo aleatorio como máximo de información permite imaginar el caos como la fuente de todo lo que es nuevo en el mundo (Shaw, 1981). De forma que el caos que siempre había estado relacionado a la falta de orden fue asociado a la riqueza de información.

Dentro del campo de la termodinámica, Ilya Prigogine (Prigogine y Allen, 1982) definió la entropía como una manera de expresar la diferencia entre los flujos “útiles”, los que compensan exactamente una conversión a lo largo del ciclo y los flujos “disipados” perdidos, los que en una inversión del funcionamiento del sistema no podrían ser devueltos a la fuente caliente. Formuló la siguiente definición matemática de la variación de entropía, válida para cualquier tipo de sistema:

$$dS = d_iS + d_eS; \quad d_iS \geq 0$$

En la que: dS = cambio de entropía a lo largo del tiempo
 d_iS = la producción interna de entropía
 d_eS = el flujo de entropía a través de los límites del sistema

La segunda ley de la termodinámica postula que el cambio de entropía (dS) es simplemente la suma de los dos términos y como ha sido definida para sistemas aislados, se concluye que ($d_eS = 0$), es decir que no hay flujo de entropía en los límites del sistema; también postula que la entropía interna siempre es positiva, o sea ($d_iS \geq 0$). Por lo tanto, los cambios de entropía son siempre positivos, lo que se define como “entropía positiva”. Luego, “tienden siempre a crecer como había definido Clausius” (Navarro, 2001, pág. 23).

Prigogine hace ver que la descripción de este tipo de sistema nada tiene que ver con la realidad de los sistemas, especialmente con el nivel social o el biológico. La Tierra no está en equilibrio termodinámico y el flujo de energía solar que la baña es suficiente para garantizar que los sistemas que estudiamos no están en equilibrio, ni siquiera cerca del equilibrio, sino más bien lejos del equilibrio (Prigogine y Allen, 1982).

Para los sistemas abiertos, de forma que el sistema pueda mantener su configuración, hace falta un flujo de entropía a través de los límites del sistema (d_eS) de igual valor, pero con signo contrario a la producción interna de entropía, fenómeno conocido como “entropía negativa”.

El valor (d_eS) describe el flujo de entropía entre sistema y medio y es reversible. Así mismo describe el conjunto de transformaciones del sistema determinadas por los flujos de intercambio con el medio y que pueden ser anulados por una inversión de estos flujos. Este valor es independiente de la dirección del tiempo, su signo depende solamente del sentido de los intercambios con el medio.

El valor (d_iS), que siempre es positivo o nulo describe las transformaciones en el interior del sistema que no son reversibles y son provocadas por los intercambios con el medio. Una inversión de los intercambios con el medio no cambiará su signo y lo único que realiza es que hace crecer la entropía en el curso del tiempo o bien la deja constante.

En resumen, en los sistemas aislados, la producción interna de entropía y el cambio de entropía siempre son positivos, tendiendo a estados con cada vez más entropía o, como ya se ha visto, más probabilidad y más

desorden. Por otro lado, en los sistemas abiertos, el flujo de entropía a través de los límites del sistema siempre es negativo, tendiendo a estados de menos entropía, menos probabilidad, menos desorden.

En el próximo apartado se realizará un análisis de cómo el entorno influye en que un sistema pueda mantenerse alimentándose de la entropía negativa de acuerdo con su posición con relación al equilibrio termodinámico.

2.3.3.2 La clasificación de sistemas por su estado de equilibrio

Prigogine proporciona una nueva perspectiva con relación a la clasificación de sistemas en función de su distancia del equilibrio termodinámico.

El término “equilibrio” está definido en el diccionario como el “estado de un sistema que es invariable con el tiempo” (Holanda Ferreira, 1999). Trasladando esta definición genérica al campo de la termodinámica y utilizando el concepto de entropía que se ha discutido anteriormente, nos quedamos con la definición del propio Prigogine, que dice que el equilibrio termodinámico es el estado de máxima entropía del sistema (Prigogine y Stengers, 1979).

La clasificación de los sistemas de acuerdo con su estado de equilibrio puede encontrarse en muchos de los trabajos de Prigogine ya citados anteriormente. Según él, los sistemas pueden estar en una de las siguientes tres posiciones con relación al equilibrio:

- (i) Sistemas en equilibrio, los que están en estabilidad constante;
- (ii) Sistemas cerca del equilibrio, que tienen inestabilidad controlada y previsible;
- (iii) Sistemas lejos del equilibrio, no-lineales, caóticos e imprevisibles, pero no son sistemas en desequilibrio (Munné, 2000).

A partir de ahora se discutirá más detalladamente qué significa cada una de estas aportaciones hasta llegar a las estructuras disipativas.

(i) Sistemas en equilibrio termodinámico

En los sistemas en equilibrio, la entropía alcanzó su valor máximo. Ya no existen diferencias de temperatura y el sistema puede ser considerado

“muerto” en el sentido de evolución termodinámica: es un sistema estable. Un ejemplo citado en Briggs y Peat (1989) son dos cajas conectadas por una abertura. Una caja contiene inicialmente nitrógeno y la otra, hidrógeno. Con el tiempo, los dos gases se mezclan de forma que ya no existe diferencia en la concentración de cada gas dentro de las dos cajas. El sistema ha alcanzado su equilibrio y el estado de máxima entropía.

(ii) Sistemas cerca del equilibrio termodinámico

En los sistemas cerca del equilibrio, hay pequeñas diferencias de temperatura, pero estas son internas al sistema, que se encuentra en un ligero desequilibrio. La producción de entropía es mínima. El sistema tiene cierta inestabilidad, pero ésta es controlada y previsible, es posible saber cuanto puede oscilar. Utilizando el mismo ejemplo, supongamos que ahora calentamos ambas cajas a temperaturas ligeramente diferentes. Esta vez, los gases se mezclan, pero no de manera uniforme debido a la diferencia de temperatura. El flujo térmico ha producido cierto orden y el sistema se encuentra en un estado cerca del equilibrio. En este estado, el sistema pierde calor tan rápidamente como lo gana.

(iii) Sistemas lejos del equilibrio termodinámico (SLDE)

Los sistemas lejos del equilibrio son sistemas que reciben gran cantidad de energía de su entorno. Estos sistemas poseen un comportamiento no-lineal. La producción de entropía es continua porque ocurren procesos disipativos. Por este motivo, no es posible llegar al estado de equilibrio. Son sistemas sensibles a las condiciones iniciales, impredecibles e irreversibles. Los flujos de entropía que pasan por los límites del sistema pueden más que compensar la producción de entropía interna, permitiendo la autoorganización del sistema (Nicolis y Prigogine, 1977). Esta autoorganización caracteriza lo que Prigogine denomina “estructura disipativa”.

En la Tabla 1, se presenta de forma esquemática una compilación de las principales características de los tres tipos de sistema según su estado de equilibrio. En esta discusión, se hará hincapié en el tercer tipo de sistema, los sistemas lejos del equilibrio (SLDE) porque son los que conducirán hacia una definición completa de las estructuras disipativas.

Tabla 1. Características de los sistemas en, cerca y lejos del equilibrio (elaboración propia).

Características	En equilibrio	Cerca del equilibrio	Lejos del equilibrio
Caos	Pasivo	Pasivo	Activo
Entropía	El estado en equilibrio es el de máxima entropía	Producción mínima de entropía	Producción continua de entropía
Atractores	Atractor determinista de punto fijo	Atractor determinista	No existe un atractor aparente: atractor extraño
Estado de la dinámica	Lineal	Lineal	No-lineal
Proporcionalidad	Cambios proporcionales	Cambios proporcionales	Cambios desproporcionales
Condiciones iniciales	El sistema remite al estado atractor independientemente de las condiciones iniciales	El sistema remite al estado atractor independientemente de las condiciones iniciales	Pequeños cambios en las condiciones iniciales producen dinámicas distintas
Reversibilidad	Los procesos son reversibles	Los procesos son reversibles	Los procesos son irreversibles
Estabilidad	Básicamente estables (hay atractores que rigen sus dinámicas)	Básicamente estables (hay atractores que rigen sus dinámicas)	Sistemas inestables
Fluctuaciones	Los atractores atrapan las fluctuaciones	Los atractores atrapan las fluctuaciones	Las fluctuaciones se amplifican generando un orden por fluctuaciones
Bifurcaciones	No existen	No existen	Hay bifurcaciones
Azar	Azar benigno	Azar benigno	Azar salvaje
Evolución del sistema	Determinismo: es posible determinar su estado final	Determinismo: es posible determinar su estado final	Su estado final se construye con la dinámica: es uno de entre los estados posibles
Innovación creativa	Inexistente	Inexistente	Posibilidad del surgimiento de estructuras cualitativamente nuevas

Las características expuestas en esta tabla se corresponden con varios factores analizados en el apartado 2.2.3 sobre el caos, de donde se concluye la inherente relación entre el caos y los SLDE.

Prigogine hace uso de la palabra “caos” en dos sentidos. El “caos pasivo”, que caracteriza el estado de equilibrio, donde los elementos están tan íntimamente mezclados que no existe ninguna organización. “Es el caos

térmico del equilibrio” (Briggs y Peat, 1989, pág. 136). El segundo caos, el que nos interesa, es el “caos activo”, energético, propio de los sistemas lejos del equilibrio. Cuando existe este tipo de caos, los sistemas tienen la capacidad emergente de formar nuevas estructuras. Es lo que comúnmente se llama la “generación del orden a partir del caos”.

Un ejemplo clásico es la inestabilidad de Bénard. Calentamos una olla con líquido para provocar que la superficie inferior se caliente más que la superficie superior. Al principio, hay un estado cerca del equilibrio porque el flujo del líquido es regular, el calor se transmite de arriba hacia abajo por conducción. A medida en que la diferencia de temperatura entre las dos superficies aumenta, se acerca el estado lejos del equilibrio. Esto se debe a que la superficie superior, más fría, es más densa que la inferior, más caliente. Ahí surge la turbulencia en forma de remolinos y vórtices, generando el estado caótico. Cuando el sistema alcanza un punto crítico y el calor ya no logra dispersarse sin generar corrientes de convección, el sistema sufre una bifurcación hacia el orden. La turbulencia da paso a una rejilla de patrones hexagonales, conocidas como celdas de Bénard. Sin embargo, si se sube más aún la temperatura, estas celdas vuelven a caer en estado caótico.

De este ejemplo, se desprende una obvia propiedad del caos alejado del equilibrio: contiene la posibilidad de autoorganización (Prigogine, 1986).

Las interacciones no-lineales son las responsables de provocar soluciones en forma de bifurcación para el sistema, y las bifurcaciones dan vida a nuevas estructuras dinámicas y coherentes. A estas estructuras, Prigogine las denominó “estructuras disipativas”. El nombre pretende reflejar la aparente contradicción que estas estructuras presentan al disipar de manera constante energía mientras conservan su estructura gracias a las interacciones que mantienen con el medio (Nicolis y Prigogine, 1977).

Las estructuras disipativas sólo se mantienen por nutrirse de manera continua con un flujo de energía y de materia, disipando energía e importándola de su medio exterior. “Una estructura disipativa no puede existir al margen del mundo externo, necesita de los aportes continuos de energía y de materia que sostienen los procesos disipativos” (Navarro, 2001, pág. 92). La materia alejada del equilibrio detecta minúsculas diferencias esenciales para la construcción de sistemas altamente coherentes y complejos (Prigogine, 1983).

Con relación a la entropía, ya se ha discutido que en situaciones de equilibrio termodinámico el sistema está en estado de máxima entropía, es

decir, es un sistema “muerto”. La situación cerca del equilibrio se caracteriza por un contacto mínimo con el medio y consecuentemente por una producción mínima de entropía. Por otro lado, los SLDE intercambian continuamente con el medio y por eso producen entropía continuamente.

Los estados en y cerca del equilibrio poseen una serie de características en común que contrastan con las de los sistemas lejos del equilibrio. Ambos sistemas poseen un atractor definido. Independientemente de las condiciones iniciales impuestas al sistema, este llegará a su estado atractor. La situación de equilibrio se caracteriza por tener un atractor determinista de punto fijo, que es el propio estado de máxima entropía. En la situación cerca del equilibrio, el atractor sigue siendo determinista, y es el propio estado generador de máxima entropía. Los SLDE no parecen tener un atractor aparente o, por lo menos, este atractor no es determinista, sino extraño.

Otra característica en común entre los estados en y cerca del equilibrio es que ambos poseen dinámicas lineales, lo que implica que sus estados pueden ser descritos por ecuaciones lineales y, por lo tanto, son predecibles y reversibles en el tiempo. Es posible saber el comportamiento pasado y futuro de estos sistemas en cualquier momento determinado. A cambio, la no-linealidad y la irreversibilidad caracterizan a los estados alejados del equilibrio. El hecho de que no vuelven a su condición inicial implica que la cantidad de información necesaria para que fuera posible retroceder en el tiempo sea infinita, resultando imposible el proceso de reversibilidad. Otro punto importante es que las ecuaciones no-lineales se caracterizan por poseer más de una solución posible, en este caso el sistema es el responsable de elegir una de ellas.

La no-linealidad de los SLDE produce el efecto de la no-proporcionalidad, es decir, no existe una relación de causa-efecto del tipo $A=2B$. La relación posee ciclos de retroalimentación generadores de dinámicas que no mantienen la proporción entre la combinación de sus elementos y el resultado. Por eso, diferencias mínimas en las condiciones iniciales pueden generar dinámicas muy diferentes. Todo lo contrario ocurre en los otros dos tipos de sistema, donde hay proporcionalidad y cualquiera que sean las condiciones iniciales, el sistema tenderá a su estado atractor. En otras palabras, los cambios siempre son predecibles por la causa de manera proporcional.

El experimento de Bénard vuelve explícito el impacto que las fluctuaciones pueden provocar en los SLDE. Mientras que éstas no influyen en el comportamiento de sistemas en y cerca del equilibrio debido a que éstos siempre vuelven a su estado atractor y son estables, en los SLDE las

fluctuaciones pueden aumentar, llevando el sistema a crear nuevas estructuras y formas de funcionamiento.

El papel de la inestabilidad es fundamental para el crecimiento de determinadas fluctuaciones. Es la inestabilidad que permite que, a través de la fluctuación, haya novedad creativa y evolución cualitativa en la estructura. Esta nueva estructura se puede estabilizar nuevamente a través de la retroalimentación hasta que surja la próxima inestabilidad. Para eso, las estructuras disipativas presentan umbrales de inestabilidad, es decir, momento de inestabilidad del sistema en los que si alguna fluctuación lo atraviesa, llevarán el sistema a su autoorganización.

Para el sistema, estos umbrales, así como los cambios de temperatura en las celdas de Bénard, o la distancia crítica del alejamiento del equilibrio, corresponden a puntos críticos de bifurcación. En estos puntos, se ofrecen varias posibilidades de comportamiento en la dinámica y el sistema tiene que elegir qué dirección tomar. El sistema decide seguir en el estado actual o aceptar la nueva dinámica de la fluctuación que se encuentra actuando y que se está amplificando. El propio sistema decidirá cual de las soluciones posibles de su dinámica no-lineal va a seguir.

Cuando tiene lugar la bifurcación, se produce una ruptura de la estabilidad del estado existente, permitiendo que una amplificación de alguna pequeña y aleatoria fluctuación ocurra y lleve el sistema a una de las posibles nuevas soluciones. (Prigogine y Allen, 1982).

El concepto de “azar benigno” de Mandelbrot ya discutido en el apartado 2.2.7 parece estar definido pensando en los sistemas en y cerca del equilibrio. La aleatoriedad puede estar presente, pero no influye en el estado final del sistema, que, como ya se ha visto, es su estado atractor. De manera similar, el concepto de azar salvaje encaja perfectamente con los sistemas no-lineales alejados del equilibrio. En estos sistemas, la mínima fluctuación no arremete al atractor, sino que se amplía, apareciendo ocasionalmente enormes desviaciones o muchas desviaciones pequeñas pero en la misma dirección. El azar es el que decide qué fluctuaciones serán elegidas por el sistema para su evolución.

La existencia del azar benigno o salvaje implica el determinismo o indeterminismo del sistema. Todos los puntos de los cuales se ha hablado hasta ahora conducen a la obvia conclusión de que los sistemas en y cerca del equilibrio son deterministas, es posible determinar, predecir su estado inicial, final y sus varios estados en el transcurrir del tiempo. Por otro lado, en los SLDE existe una aparente paradoja. Son deterministas en el sentido de que la dinámica sigue unas reglas concretas. A la vez, son

indeterministas porque la mínima fluctuación puede llevar el sistema a dinámicas impredecibles, resultando en que no se pueda determinar su posición exacta en un momento concreto. “El futuro se convierte en una construcción de los pasos por los que previamente ha pasado la dinámica del sistema.” (Navarro, 2001, pág. 98).

Analizando esta idea de futuro con el papel de la entropía en la dinámica del sistema, en la que la producción de entropía significa la evolución irreversible del sistema y por extensión juega un papel central en su evolución, se presentan nuevas posibilidades cualitativas para la dinámica evolutiva del sistema. La creación de lo cualitativamente nuevo es la creatividad inherente al caos. Es la cuestión del determinismo frente a la posibilidad de construcción del futuro.

Un sistema que está en o cerca del equilibrio no posee la capacidad de innovación. Sus posibilidades creativas se limitan a los estados predeterminados de su dinámica. Por otro lado, contrastando con una dinámica totalmente azarosa en la que cualquier suceso posible puede ser el siguiente, los SLDE plantean una evolución inestable y a la vez ordenada, incierta y organizada (Prigogine, 1997).

Para finalizar este tema, cabe destacar que las estructuras disipativas son estructuras que necesitan el intercambio con el medio, son sistemas que se mantienen lejos del equilibrio y, de esta forma, permiten la ruptura de estructuras establecidas para dar lugar a la evolución, al surgimiento de nuevas estructuras, a lo cualitativamente nuevo, a la creatividad.

Considero que la contribución más importante de esta teoría es proporcionar la perspectiva de evolución de los sistemas de una manera, como dice Prigogine, a la vez que incierta e inestable, también ordenada y autoorganizada. Y desde esta perspectiva, permite su exploración en otros campos más subjetivos, para explicar el comportamiento de otros sistemas no físicos ni químicos, como son los sistemas sociales.

2.3.4. Autopoiesis

Desde la química de la termodinámica, se realiza un movimiento hacia los sistemas vivos. Los “sistemas autopoieticos” han sido definidos por

Humberto Maturana y Francisco Varela, en el área de Biología, como redes de producción de componentes que, a través de las interacciones entre sus componentes, generan de manera recursiva las redes que los producen y constituyen la frontera que identifica el sistema como una unidad diferente del entorno. Este apartado está basado en los principales trabajos de estos autores: Maturana, 1981, 1994, 1995, 1996; Maturana y Varela, 1973, 1980, 1990; Varela, 1981, 1994; y Varela, Maturana y Uribe, 1974.

Los sistemas que evolucionan por autopoiesis están continuamente renovándose y se mantienen como entidades autónomas mediante el reciclaje de sus componentes, que son periódicamente autoproducidos y autoconsumidos. En otras palabras, estos sistemas evolucionan por sí mismos, lo que los autores llaman “organización cerrada” o “clausura” o en otras palabras, “autoorganización”.

“Autopoiesis” es una palabra de origen griego que significa “autoproducción”. Para entender este concepto fundamental de la teoría se proponen dos ejemplos: una máquina y un ser vivo. La máquina está constituida por una serie de piezas montadas unas con las otras y funcionan mecánicamente. Si una de estas piezas se estropea, la máquina deja de funcionar básicamente porque sigue una línea de causa-efecto entre sus componentes. Cuando se rompe esta linealidad, se rompe la máquina. Para arreglarla, es suficiente encontrar la pieza defectuosa y sustituirla por otra. Es decir, podemos desmontar la máquina en piezas y volverla a montar y funcionará con normalidad. La máquina tiene un proceso sencillo de funcionamiento: recibe una entrada de energía externa, por ejemplo la corriente eléctrica o un combustible y devuelve un producto externo, por ejemplo un movimiento a través de los vínculos lineales entre las piezas.

Pero, ¿qué pasa si se realiza una comparación de una máquina mecánica con un ser vivo, el hombre mismo? La característica más obvia es que no se puede desmontar el hombre en piezas y volver a montarlo, lo que indica que no está constituido solamente por sus partes (las piezas), sino que existe una relación entre estas partes fundamental para su funcionamiento. Si se rompe esta relación, se rompe la estructura “hombre”. Este hecho invita a una visión holística en lugar de una visión mecánica. La segunda conclusión que se saca es que estas relaciones no son lineales o de causa-efecto, sino más bien están constituidas por redes de relaciones en forma de ciclos de retroalimentación. Si el hombre pierde una de sus partes funcionales, al contrario de la máquina que se detiene, este es capaz de seguir funcionando por causa de las compensaciones o regulaciones que ocurren a través de los bucles de retroalimentación. La totalidad holística “hombre” no es el conjunto de huesos, músculos, corazón, glándulas, etc. sino el movimiento de los huesos junto a la contracción muscular que

reciben oxígeno a través del funcionamiento del corazón, y que son estimulados por el aumento o disminución de las hormonas, que a su vez influyen en el desarrollo muscular, en la estructura de los huesos y así en adelante en varios ciclos sin fin. Y lo más importante, al contrario de la máquina mecánica que produce elementos externos, el resultado del funcionamiento del hombre es el propio hombre, en una dinámica de auto-producción. El hombre convierte la energía que recibe en sí mismo utilizando la retroalimentación. Esta auto-producción es el concepto principal de la teoría autopoietica. Los seres vivos son sistemas autopoieticos de alta complejidad.

El concepto de “autopoiesis” contempla una aparente paradoja. Por un lado, la capacidad de auto-producción y autorrenovación implica tener autonomía. Los sistemas autopoieticos poseen una identidad propia que se mantiene por los propios procesos dinámicos de auto-producción, que son en su naturaleza procesos de cambio y renovación. La única manera de preservar esta identidad es cambiando constantemente. Y el cambio está relacionado con su inserción en un ambiente, desde donde recibe la energía necesaria para los procesos internos. Es decir, es autónomo pero a la vez depende del entorno. Para que sea posible la renovación y el intercambio, el medio tiene que ser rico en energía como un ámbito alejado del equilibrio. El ser humano es un sistema autónomo, se puede percibir su identidad y su perímetro definido como “hombre”, pero estas fronteras son abiertas y lo conectan con el entorno a su alrededor de manera compleja. Su historia es única, pero está altamente vinculada con el ámbito más amplio y con otros sistemas autopoieticos: otros hombres, el ecosistema, la biosfera, etc.

El uso del modelo autopoietico para justificar la dinámica de comportamiento de grupos sociales implica la perspectiva de que estos son sistemas con propiedades autopoieticas; consecuentemente tienen el potencial de auto-producción, autotransformación y autodestrucción, que representa su proceso autoorganizativo.

2.3.4.1 Organismos autopoieticos

Maturana definió los principios de la autopoiesis con base a estudios neurocientíficos sobre el funcionamiento del cerebro humano en forma de red de interacciones que influyen unas sobre las otras componiendo una organización circular. Propuso que la organización circular es la organización básica de todos los organismos vivos y que todos los cambios que ocurren en el sistema se desarrollan dentro de ellos. Por lo tanto, y para mantener la circularidad, todos los componentes que la caracterizan deben

producirse y mantenerse internamente. En otras palabras, la organización de los sistemas vivos está hecha de forma que cada elemento produce y transforma a otros elementos del mismo sistema, una autoorganización que el autor denominó “organización cerrada” porque se encierra en sí misma. La característica de la organización cerrada es frecuentemente conocida también bajo el nombre de “clausura organizacional”. Sin embargo, con el fin de mantener el énfasis en la idea del cierre existente en la *organización* del organismo autopoietico, en este estudio se mantiene la preferencia por el término “organización cerrada”.

A partir de este concepto derivado de la neurociencia, Maturana introdujo un segundo planteamiento innovador basado en el sistema nervioso: que además de autoorganizado era autorreferente. Cognitivamente, significa que la percepción del sistema nervioso no es una representación de la realidad externa o, en otras palabras, que no es posible la construcción del mundo independiente del organismo que lo observa y percibe. Esto se debe al hecho de que la realidad externa se especifica cognitivamente en el sistema nervioso a través de la organización cerrada o clausura. Maturana va más allá y afirma que este proceso corresponde al propio proceso de cognición de cualquier sistema vivo, aunque no posea un sistema nervioso.

A partir de estas ideas, Maturana y Varela publicaron el libro *De máquinas a seres vivos* (Maturana y Varela, 1973) en el que presentan y describen el concepto de “autopoiesis” y de “máquinas autopoieticas” (sistemas vivos que funcionan a través de la autopoiesis). En esta descripción, redefinen una serie de conceptos de uso corriente en la ciencia, como “organización” y “estructura”. Las relaciones que definen un sistema como unidad y determinan la dinámica de las interacciones y transformaciones que ocurren en esta unidad constituyen la “organización” del sistema y las relaciones existentes entre los componentes que integran el sistema dentro de un espacio constituyen la “estructura” (Maturana y Varela, 1980). La estructura de un sistema es la corporeización física de su patrón de organización (Capra, 1996).

Es importante destacar que en ningún momento el concepto de “máquina” según la definición de los autores tiene relación con una máquina mecánica, por lo que se prefiere referir a las “máquinas autopoieticas” como “organismos autopoieticos” en esta tesis.

Tomemos el ejemplo de un sistema no vivo, como una motocicleta, para diferenciar la organización de la estructura. La configuración de las relaciones funcionales que existen entre los componentes de una motocicleta (manillar, ruedas, cuadro, cadena, motor, etc.) representa su organización.

La manifestación física de esta organización en el espacio, es decir, la representación de sus componentes de formas y materiales específicos corresponde a su estructura. Puede haber varias estructuras para la organización motocicleta: las ruedas pueden ser dentadas o no, el cuadro puede ser de metal o de aluminio, el manillar puede ser alto o bajo, el motor puede ser más o menos potente.

Bajo esta perspectiva, la organización del sistema especifica las relaciones que deben generarse entre los componentes para que se forme la unidad del sistema, pero no especifica las propiedades de los componentes. Por extensión, un sistema vivo o un organismo autopoietico no puede ser definido por la descripción de sus componentes, sino por las propiedades de su organización, que es una red de procesos y relaciones.

La principal diferencia entre un sistema no vivo (como la motocicleta) y un sistema vivo es que en el primero, la estructura una vez constituida permanece fija, mientras que en los sistemas vivos los componentes cambian continuamente. Esto se debe al hecho de que el organismo vivo recibe e intercambia flujos de materia y energía del entorno, y así evoluciona. Por lo tanto, se puede decir que el proceso vital es la actividad que se ocupa de la continua corporeización del patrón de organización del sistema (Capra, 1996) en forma de estructura. En otras palabras, el proceso de continua corporeización es el vínculo que existe entre la organización y la estructura.

El concepto de “organismo autopoietico” está vinculado al de “homeostasis”. Fisiológicamente, la homeostasis significa una tendencia hacia la estabilidad del medio interno del organismo. En términos cibernéticos, es la propiedad autorreguladora (por retroalimentación) de un sistema u organismo que permite mantener el estado de equilibrio de sus variables esenciales. Un organismo autopoietico es un sistema homeostático cuya variable esencial que mantiene en equilibrio es su propia organización, su red de relaciones. Esta genera, especifica y mantiene su organización produciendo sus propios componentes una y otra vez, compensando las perturbaciones del ambiente por medio de la retroalimentación.

Según los autores (Maturana y Varela 1980, pág. 79), un organismo autopoietico es una “máquina” organizada (definida como una unidad) como una red de procesos de producción (transformación y destrucción) de componentes que producen otros componentes que:

- (i) por medio de sus interacciones y transformaciones constantemente regeneran y establecen la red de procesos (relaciones) que los producen; y

- (ii) constituyen a la “máquina” como una unidad concreta en el espacio donde los componentes existen, especificando el dominio topológico de su existencia como tal red.

Según Zeleny (1981a), el dominio topológico corresponde a la parte de la estructura del sistema que permite al observador identificarlo como una unidad y la unidad es una entidad que puede ser distinguida de su entorno por el observador.

En resumen, esto significa que la organización de un organismo autopoietico es un conjunto de procesos interrelacionados en forma de una red de producción de componentes que al establecer la propia red que les produce, la constituye al organismo autopoietico como una unidad (Maturana y Varela, 1980).

2.3.4.2 Autonomía, unidad y observación de organismos autopoieticos

La organización de los organismos autopoieticos, como se ha descrito anteriormente, implica una serie de consecuencias a nivel conceptual y práctico.

En primer lugar, como se ha comentado al principio de este apartado, los organismos autopoieticos son unidades autónomas en el sentido de su autoproductión. La autonomía de los organismos autopoieticos se caracteriza por el hecho de que todos los cambios en el proceso, por más impactantes que sean, se producen con el fin de mantener su propia organización. Contrastamos esta definición con la de sistemas alopoiéticos (como una máquina mecánica), en los que el producto de su funcionamiento es diferente de ellos mismos y, por extensión, los cambios que puedan sufrir sin alterar su organización están subordinados a la producción de algo diferente de ellos mismos. Este hecho caracteriza una situación de no-autonomía.

Todo sistema autónomo es organizacionalmente cerrado, bajo la perspectiva de que esto significa una organización circular de procesos que dependen recursivamente unos de los otros para su mantenimiento.

La segunda consecuencia de la organización autopoietica es la unidad del organismo autopoietico en cuanto a que sus operaciones especifican sus propios límites o su perímetro en el proceso de autoproductión. En el caso de un sistema alopoiético, estas fronteras son definidas por el observador, ya

que la percepción de los ámbitos de salida y entrada del sistema definen lo que pertenece al sistema y sus operaciones y lo que no.

Zeleny (1980a) añade que una unidad autónoma puede ser distinguida como una unidad compuesta que integra sus componentes mientras que una unidad no-autónoma (o controlada) se distingue como un componente simple de un sistema mayor dentro del cual opera y, de esta forma, la autonomía o modo de control de la descripción depende de la percepción cognitiva del observador.

El tercer aspecto se refiere a la manera como eventos externos afectan al organismo autopoietico ya que éste, por definición, no posee entradas y salidas. La turbulencia del ambiente externo puede afectarlo en el sentido de que, internamente, ocurrirán cambios estructurales para compensar las perturbaciones. El aspecto más importante aquí es que los cambios internos de estructura siempre estarán subordinados a la manutención de la organización interna. La relación entre las perturbaciones externas y los cambios internos *no* pertenecen al ámbito de la organización del organismo autopoietico, sino al ámbito de la perspectiva de observación del organismo. Por este motivo, aunque un organismo autopoietico pueda ser tratado como una máquina alopoiética, este tratamiento *no implica* que su organización sea un organismo autopoietico (Maturana y Varela, 1980).

Con respecto a este último aspecto, cabe realizar algunos comentarios. Los organismos autopoieticos adquieren la constancia en la organización (y como hemos visto, eso *no* quiere decir que permanezcan estáticos) o en la identidad, manteniendo constantes las relaciones que las caracterizan como autopoieticas. Sin embargo, esta identidad si es implementada en el espacio físico, será diferente de acuerdo con la naturaleza de los materiales físicos del medio, lo que implica que pueden existir varios tipos de organismos autopoieticos físicos. La organización de cada una de ellos es sensible a cualquier interferencia en su operación que esté fuera del alcance de su proceso de compensación, lo que resultaría en la pérdida de las características autopoieticas y su destrucción. Esta característica ayuda a establecer el ámbito de interacciones en las que se puede observar el organismo autopoietico físico, una vez que se pueden determinar cuales perturbaciones el sistema aguanta sin destruirse mediante el análisis de la forma en que la organización autopoietica está definida. Esta es una manera de establecer la expresión concreta de un organismo autopoietico en un sistema físico, lo que permite su descripción y manipulación. Pero no sólo eso, sino que permite observarlas en el ámbito de interacciones externas a su organización.

Según los creadores de la autopoiesis, es posible describir y manipular organismos autopoieticos físicos como si fuesen partes de un sistema más amplio responsable de definir los eventos independientes que las perturban (Maturana y Varela, 1980). Esta perspectiva implica dos cosas. En primer lugar, que estaremos tratando las turbulencias externas como entradas y los cambios de compensación como salidas. En segundo lugar, que para hacer esto debemos cambiar de perspectiva y ver el organismo autopoietico como un componente alopoiético integrado en un sistema mayor. El cambio de perspectiva al tratar un organismo autopoietico como alopoiético puede ser utilizado si se detecta que los eventos turbulentos externos son regulares en naturaleza y frecuencia, sin afectar la organización autopoietica de la máquina.

Otra manera de analizar un organismo autopoietico físico es a través de sus partes físicas. Se pueden considerar todos sus mecanismos compensadores y homeostáticos como suborganismos alopoiéticos y definir sus dominios de entrada y salida. Sin embargo, solamente serán componentes del organismo autopoietico si sus relaciones de entrada y salida son las que definen el organismo y son también definidas por él.

2.3.4.3 Concepción de la autopoiesis en los sistemas vivos

Se ha presentado un sistema autopoietico como una unidad con autonomía debido a su organización autopoietica. La concepción de esta organización en un medio físico requiere algunas características específicas en sus componentes (Maturana y Varela, 1980, pág. 88):

- (i) los componentes son definidos por su papel en la autopoiesis y sólo pueden ser descritos con relación a ello;
- (ii) los componentes sólo pueden ser concebidos por elementos materiales que contengan las propiedades necesarias a las condiciones especificadas por la organización autopoietica.
- (iii) los componentes deben ser producidos en la relación topológica adecuada dentro de la organización autopoietica, por la representación particular (concepción estructural) del sistema autopoietico que constituyen.

La organización autopoietica define un espacio dentro del cual puede concebirse como un determinado sistema. Las dimensiones de este espacio son las varias relaciones de producción de los componentes que lo conciben: relaciones de constitución, de especificidad y de orden.

Para ejemplificar estas relaciones que forman las dimensiones del espacio autopoietico, se utilizará una célula viva como sistema u organismo autopoietico.

La primera dimensión son las relaciones de constitución. Establecen que los componentes producidos definen la unidad topológica en la que la autopoiesis se realiza o, en otras palabras, el perímetro físico de la topología autopoietica a través de la relación de producción de componentes que la definen. En una célula, estas relaciones constitutivas se establecen a través de la producción de moléculas (proteínas, lípidos, carbohidratos y ácidos nucleicos) que determinan la topología de las relaciones de producción en general, es decir, “moléculas que determinan las relaciones del entorno físico necesarias para que los componentes mantengan las relaciones que los definen” (Maturana y Varela, 1980, pág. 91).

La segunda dimensión del espacio autopoietico son las relaciones de especificidad, que establecen que los componentes producidos sean aquellos necesarios y específicos para realizar la autopoiesis. Son las relaciones que determinan la identidad de los componentes. En la célula, las relaciones de especificidad se dan a través de la producción de ácidos nucleicos y proteínas, que son los responsables de definir la identidad de las relaciones de producción en general.

La tercera dimensión son las relaciones de orden. Definen la dinámica de la organización autopoietica, estableciendo las conexiones de los componentes en las relaciones de constitución, especificidad y orden sean las necesarias y específicas para la autopoiesis. En la célula, estas relaciones de orden se establecen a través de la producción de componentes (metabolitos, ácidos nucleicos y proteínas) que controlan la velocidad de producción de las relaciones de constitución, especificación y orden (Maturana y Varela, 1980).

Los autores explican este proceso detalladamente, justificando que todas las características biológicas de la célula como una unidad están determinadas por su autopoiesis (Maturana y Varela, 1980, pág. 92):

(...) la especificación es producida mayoritariamente por los ácidos nucleicos, la constitución por las proteínas y el orden (regulación) por los metabolitos. El espacio autopoietico, entretanto, se curva y se encierra en el sentido de que es integralmente especificado por él mismo, y esta proyección [de todos los procesos celulares sobre un sistema de tres coordenadas ortogonales, realizada por el observador] representa nuestra relación cognitiva con él, pero no lo reproduce. Dentro de él, la

especificación ocurre en todos los puntos en los que su organización determina un proceso específico (síntesis de proteína, acción enzimática, permeabilidad selectiva); el orden ocurre en todos los puntos donde dos o más procesos se encuentran (cambios de velocidad o secuencia, efectos alostéricos, inhibición competitiva y no-competitiva, facilitación, inactivación, etc.) determinados por la estructura de los componentes participantes; la constitución ocurre en todos los sitios donde la estructura de los componentes determina relaciones de vecindad física (membranas, partículas, partes activas en las enzimas).

Como ya se ha comentado anteriormente, lo que mantiene la unidad y la individualidad de este sistema es el hecho homeostático de mantenerse a sí mismo como variable constante. Lo hace compensando las desviaciones del estado homeostático a través de la coordinación de las relaciones de producción de otras relaciones: de constitución, especificación y orden, como acabamos de describir.

Por último, queda la cuestión de como la autopoiesis puede surgir en un sistema. En primer lugar, la autopoiesis no es un proceso gradual; un sistema es autopoietico o no lo es. Esa característica se ve claramente a través de la constitución de la unidad topológica. Sin esta unidad dentro del espacio físico, un sistema autopoietico vivo no difiere de su entorno. Esta unidad existe o si ya no existe el sistema deja de ser autopoietico. No pueden haber sistemas intermedios, y si los hay, son abstracciones del observador para realizar la descripción del sistema. El origen y el establecimiento de un sistema autopoietico está en la satisfacción de las condiciones que hemos discutido hasta ahora.

Los procesos autocatalíticos, según Maturana y Varela (1980) no representan sistemas autopoieticos porque no definen una topología. La topología se establece por factores del sistema independientes del proceso autocatalítico.

2.3.4.4 La diversidad de la autopoiesis

El apartado anterior presentó los sistemas vivos como sistemas autopoieticos en el espacio físico. Una de las características de los sistemas vivos es su diversidad, es decir, los sistemas vivos pueden concebir gran diversidad de sistemas autopoieticos en el espacio físico. Esta diversidad está asociada a los procesos de autorreproducción y evolución, ambos

conceptos subordinados a la previa existencia de una unidad autopoietica. La dinámica de evolución necesariamente implica el precedente de la capacidad de autorreproducción (juntamente con la posibilidad de cambios). A su vez, la dinámica de autorreproducción necesariamente implica la existencia previa de una unidad a ser reproducida. Esta unidad posee una identidad que se mantiene mientras el organismo funcione de forma autopoietica. Por lo que empezaremos a discutir el concepto de unidad e identidad autopoietica para llegar a la autorreproducción y la evolución de los organismos autopoieticos.

Unidad e identidad

La identidad de una unidad difiere según el dominio donde está establecida. Si estos dominios interactúan, las unidades pueden interactuar también entre ellas. Las condiciones que definen una unidad son determinadas por la organización autopoietica y consecuentemente definen su fenomenología. Como la propia autopoiesis implica que todos los cambios internos tengan el principal objetivo de mantener la organización en forma de unidad, la fenomenología también está subordinada al mantenimiento de la unidad autopoietica. De este modo, la fenomenología está asociada a las perturbaciones que el sistema sufre sin perder su identidad y a las perturbaciones del entorno en el que se encuentra.

Al ser un sistema dinámico, con el pasar del tiempo, el sistema autopoietico habrá sufrido cambios con el fin de mantener su identidad en el medio físico. La historia de los cambios en las relaciones de producción de componentes e interacciones y transformaciones con el medio físico para mantener esta identidad se llama "ontogenia". La ontogenia será diferente para cada tipo de sistema autopoietico porque es dependiente de su estructura en particular. Pero no sólo eso, sino que por el hecho de que el sistema autopoietico es homeostático, la forma como se realiza la autopoiesis durante su ontogenia puede variar. Estos cambios son consecuencia del proceso de compensación de las fluctuaciones a través de interacciones determinadas por la organización del sistema.

Desde el punto de vista del observador, se pueden distinguir dos tipos de perturbaciones: las externas a la organización del sistema, como los eventos del entorno; y las internas provocadas por el propio sistema en el proceso de compensación de perturbaciones. Sin embargo, desde el punto de vista fenomenológico, no hay distinción entre estas dos fuentes de perturbaciones, pues forman una única ontogenia.

Desde la perspectiva autopoietica, todas las transformaciones son determinadas internamente a pesar de que para el observador la ontogenia

representa por una parte, la historia de las interacciones del sistema con el entorno, como si este fuera el dominio en el que reside el sistema.

Los cambios que el sistema atraviesa para compensar las perturbaciones pueden influir en su estructura de dos maneras. Si estos cambios son conservativos, sólo hay cambios en las relaciones entre los componentes, no afectando ni sus componentes, ni la manera en como se realiza la autopoiesis. Por otro lado, si los cambios son del tipo innovador, hay cambios en los componentes, en la forma como se realiza la autopoiesis y, como consecuencia, hay un desplazamiento del sistema en el espacio autopoietico.

Autorreproducción

Para que un sistema autopoietico pueda reproducirse necesita la existencia previa de la unidad. Esto se debe al hecho de que la autorreproducción ocurre cuando una unidad constituida produce otra con la misma organización que ella misma, a través de un proceso que está unido al proceso de autoproductión. “En los sistemas vivos, la reproducción es un momento de autopoiesis, y el mismo mecanismo que constituye una constituye la otra” (Maturana y Varela, 1980, pág. 101).

La reproducción es un factor importante para la evolución de los seres vivos. Para que haya evolución, en primer lugar, hay que haber reproducción, de forma que la instancia estructural de cada unidad constituya el antecedente para la instancia estructural de la próxima unidad, formando una secuencia histórica. En segundo lugar, es necesario que existan cambios estructurales en cada etapa secuencial de reproducción para que pueda haber evolución. La evolución es la historia del cambio durante la vida de una organización invariable concebida en unidades independientes generadas secuencialmente a través de etapas de reproducción, donde la instancia estructural de cada unidad surge como una modificación de las instancias anteriores que, por consecuencia, componen sus antecedentes secuenciales e históricos (Maturana y Varela, 1980).

Existe otro tipo de proceso distinto a la autorreproducción capaz de generar sistemas autopoieticos de orden superior, llamado “acoplamiento”. Una ocurrencia común en los sistemas vivos es el acoplamiento de una o más unidades interactuantes como resultado de los cambios mutuos que ocurren durante el proceso de interacción. Lo que caracteriza el acoplamiento es el mantenimiento de la identidad de todas las unidades e incluso, puede ocurrir la generación de una nueva unidad en un dominio diferente de las unidades acopladas generadoras. Dos o más unidades

acopladas dentro de un mismo dominio significa decir que la conducta de cada una de las unidades es una función de la conducta de las otras.

Las unidades autopoieticas pueden interactuar sin perder su identidad. Para ello, sus respectivos procesos de autopoiesis deben ser perturbaciones desde una unidad hacia la otra que puedan ser compensados por la propia autopoiesis de cada unidad. Obviamente, si las perturbaciones son mayores que la tolerancia de compensación de alguna de las unidades, esta perderá su estado autopoietico y ya no se estará hablando de acoplamiento. De esta forma, el acoplamiento y la constitución de una nueva unidad es posible porque el proceso autopoietico individual de cada unidad se vuelve la fuente que especifica el ambiente de las otras unidades. Y de esta manera, se puede formar una unidad autopoietica compuesta que es capaz de evolucionar a través de la selección de los acoplamientos. En una unidad compuesta, la autopoiesis no está representada por la autopoiesis de las unidades que la integran, sino por la autopoiesis individual de cada componente subordinada al entorno definido por la autopoiesis de todos los demás componentes de la unidad compuesta.

Bajo la perspectiva del observador, el sistema compuesto es visto siempre como una unidad autopoietica en términos distintos a aquellos definidos por su organización. Sin embargo, estos sistemas pueden estar definidos por las relaciones de producción de componentes que generan estas relaciones y los constituyen como una unidad en un espacio determinado. La autopoiesis aparente de estos sistemas es incidental a la autopoiesis de las unidades acopladas que lo constituyen y no es intrínseca a su organización. “Un sistema autopoietico cuya autopoiesis requiere la autopoiesis de las unidades autopoieticas acopladas que lo conciben, es considerado un sistema autopoietico de orden superior” (Maturana y Varela, 1980, pág. 109).

El proceso de reconocimiento de un sistema autopoietico por parte del observador representa una cuestión cognitiva. El problema recae en que el observador sea capaz de reconocer las relaciones que definen el sistema como una unidad y de distinguir el perímetro que delimita esta unidad en el mismo espacio en el que está concebida. Esta cuestión representa dos peligros: que el observador distinga la unidad en un espacio distinto al que ésta pertenece y que debido a la naturaleza de su propia organización autopoietica (del observador), no sea capaz de interactuar en el espacio que define la unidad autopoietica, ni de especificar las dimensiones perceptivas apropiadas a la observación. Obviamente, este último no es el caso de los seres humanos.

Evolución

Se ha visto que un sistema autopoietico puede volverse un componente de otro sistema si algunos aspectos de su proceso autopoietico de cambio son capaces de participar en la concepción de este otro sistema. También se ha comentado que este proceso puede ser realizado mediante el acoplamiento que se utiliza de las características homeostáticas de los sistemas interactuantes. Otra forma de realizarlo es por la evolución, a través de los efectos recursivos de una presión selectiva mantenida constante durante el proceso de transformación de una red histórica de reproducción. El resultado es la subordinación de la autopoiesis de los componentes individuales (a través de cómo suceden los cambios históricos) al entorno de perturbaciones recíprocas que estos especifican.

Por parte del observador, esta situación puede ser descrita de forma que el sistema compuesto actúa como una unidad alopoiética en la concepción de un sistema más amplio, el cual ayuda a concebir a través de su autopoiesis. Esta percepción se limita al marco de referencia del observador y no cambia las características autopoieticas del sistema.

Finalmente, la evolución ocurre con el surgimiento de unidades autopoieticas de orden cada vez más superiores. Si la autopoiesis de las unidades que componen un sistema autopoietico compuesto asumen un papel alopoiético que, a través de la producción de relaciones de constitución, especificación y orden, definen un espacio autopoietico, el nuevo sistema se define como una unidad autopoietica de segundo orden. En este caso, la autopoiesis de las unidades “inferiores” se encuentran subordinadas al mantenimiento de la autopoiesis de la unidad “superior”. Mediante los acoplamientos, las unidades establecen una topología en el espacio físico. El proceso de evolución surge con la autorreproducción del sistema de orden superior. La evolución de la forma en que están concebidos los sistemas autopoieticos “inferiores” está subordinada a la evolución de la forma en que está concebida la unidad compuesta.

Si el proceso de evolución se da bajo circunstancias apropiadas, se formarán unidades autopoieticas de orden cada vez más elevado, a través del proceso de selección. Cuando el acoplamiento surge como forma para satisfacer una necesidad autopoietica, la unidad de segundo orden es más estable cuanto más estable sea este acoplamiento. De la misma forma, el acoplamiento es más estable cuanto más necesidad haya de establecer la característica autopoietica. Por lo tanto, existe una presión selectiva para fomentar la concepción de sistemas autopoieticos de orden cada vez superior. Según Maturana y Varela (1980, pág. 111), “el único límite en el proceso de constitución de unidades autopoieticas de orden superior son los

límites impuestos por las circunstancias bajo las cuales una unidad puede ser especificada en un espacio determinado”.

2.3.4.5 Autopoiesis y cognición

Desde sus principios, el concepto de autopoiesis ha estado vinculado a los procesos de cognición y de percepción humanos, debido a la relación establecida por Maturana entre la organización cerrada de los organismos autopoieticos y la similar organización cerrada del sistema nervioso. Según esta perspectiva, la dinámica cognitiva se especifica mediante los procesos organizacionalmente cerrados del cerebro y no es una realidad externa a él. “Los sistemas vivos son sistemas cognitivos y la vida como proceso es un proceso de cognición” (Maturana y Varela, 1980, pág. 13).

La cognición en cuanto a proceso de conocimiento puede ser descrita en función de las interacciones de un organismo con su entorno. Durante estas interacciones, el estado interno o la estructura del organismo puede sufrir cambios, con la condición de que estos sean relevantes para el mantenimiento de su organización, y así permite que el organismo pueda seguir interactuando sin perder su identidad. De esta manera, uno se vuelve un observador cuando genera continuamente representaciones de sus interacciones con el entorno, y autoconsciente a través de la autoobservación: realizando descripciones y representaciones de uno mismo (Maturana y Varela, 1980).

El planteamiento conocido como la “Teoría de Santiago” de la cognición expande la explicación de cómo los procesos de conocimiento se describen mediante las interacciones del organismo con el entorno. Un sistema autopoietico sufre cambios estructurales continuos, preservando al mismo tiempo su patrón de organización, que es en forma de red: “el sistema se acopla a su entorno estructuralmente mediante interacciones recurrentes, cada una de las cuales desencadena cambios estructurales en el sistema” (Capra, 1996, pág. 277). El entorno es responsable de desencadenar los cambios estructurales en el sistema, que permanece en forma de unidad autónoma autopoietica, pero no influye para definir como serán estos cambios estructurales ni cuando ocurrirán. El propio sistema es el responsable de establecer qué perturbaciones del entorno desencadenarán el cambio y como será éste. La Teoría de Santiago considera esta “elección” auto-reguladora de compensación del sistema como un acto de cognición. De esta forma, la teoría fortalece la idea de que las interacciones entre un organismo autopoietico y su entorno son interacciones cognitivas y que la propia vida es una proceso cognitivo. Bajo esta perspectiva, la mente es el

proceso cognitivo de la vida y el cerebro la estructura mediante la cual se realiza este proceso.

La Teoría de Santiago de cognición ofrece una nueva visión de varios aspectos de la neurociencia y de la inmunología. Especialmente, la percepción de que el sistema inmunológico es en realidad una red proporciona la perspectiva de que los anticuerpos existentes en el cuerpo humano están entrelazados con casi todo tipo de células, incluso con las que supuestamente deben destruir. Valera y Coutinho (1991a, 1991b) afirman que el sistema inmunológico no se desarrolla solamente cuando hay estímulos a los que deba responder, como en el caso de una invasión de bacterias, sino que la principal función del sistema es mantener esta relación interna de células en forma de red, lo que le constituye como un organismo autopoietico. Más que un sistema de reacción frente a perturbaciones externas, el sistema inmunológico es responsable de la regulación del número de células y sus estructuras moleculares en el organismo.

Visto desde esta perspectiva, cuando en el cuerpo se insertan moléculas extrañas, la actividad cognitiva del sistema inmunológico realiza su adaptación estructural a este estímulo, con el fin de forma a mantener su identidad como sistema de células entrelazadas. Si se insertan grandes cantidades de cuerpos extraños en el cuerpo de forma que los cambios estructurales en el sistema inmunológico no sean capaces de concretar la autorregulación, el sistema desarrolla una respuesta defensiva destruyendo los agentes extraños. Según Varela y Coutinho (1991b), el sistema inmunológico es una red cognitiva, autorreguladora y autoorganizadora. Por otro lado, es obvia su constitución en forma de organismo autopoietico.

2.4 Conclusión

Durante el desarrollo de este capítulo, se han discutido los elementos más relevantes, según nuestros objetivos, para la definición de complejidad. Igualmente, se han presentado las teorías de autoorganización que sirven como base teórica para esta tesis.

Por tal de concluir las informaciones expuestas en el capítulo 2, cabe realizar un resumen de los supuestos que se tomarán en cuenta y que son el punto de partida de este estudio. Son los siguientes:

- (i) Que la autoorganización de las estructuras disipativas y organismos autopoieticos funciona mediante hiperciclos catalíticos;
- (ii) Que los grupos son sistemas lejos del equilibrio;
- (iii) Que los grupos son estructuras disipativas;
- (iv) Que los grupos son organismos autopoieticos.

En primer lugar, se ha visto que la autoorganización funciona mediante bucles de retroalimentación responsables de generar su dinámica no-lineal. El primer supuesto tomado en cuenta en este estudio es que los hiperciclos catalíticos son los mecanismos que explican la dinámica de estos bucles de retroalimentación y por lo tanto están implícitamente relacionados con los procesos autoorganizativos de las estructuras disipativas y de la autopoiesis.

El segundo y el tercer supuestos hablan de la relación entre la dinámica de funcionamiento de los grupos y los procesos de los sistemas alejados del equilibrio y de las estructuras disipativas. Como ya se comentó, solamente los sistemas disipativos pueden permanecer en el estado lejos del equilibrio y evolucionar. Este estudio supone los grupos como sistemas que realizan el intercambio con el medio, disipan materia y energía, lo que los constituye como estructuras disipativas en estado lejos de equilibrio. De esta forma, son capaces de permitir la ruptura de estructuras establecidas y dar lugar a la emergencia de nuevas estructuras de mayor complejidad, evolucionando de manera autoorganizativa.

El cuarto supuesto presenta los grupos como unidades autónomas, que funcionan mediante procesos de autoproducción con el objetivo de mantener su identidad como grupo. Estas propiedades caracterizan un organismo autopoietico, en el que los procesos son realizados mediante el cierre organizacional o clausura. La asunción de los grupos como organismos autopoieticos implica decir que poseen el potencial de autoproducción, autotransformación y autodestrucción, lo que caracteriza el proceso autoorganizativo autopoietico.

En el capítulo 4 se acercará aún más la relación entre los grupos, especialmente los grupos pequeños de trabajo, a las estructuras disipativas y los organismos autopoieticos, con el objetivo de presentar el funcionamiento de los grupos bajo la perspectiva de estos dos modelos.

3 LOS GRUPOS DE TRABAJO: HISTORIA Y COMPLEJIDAD

¿Los hombres?... Creo que existen seis o siete. Los he visto hace años. Pero no se sabe nunca donde encontrarlos. El viento los llevan. No tienen raíces. Les molesta mucho no tenerlas.
Antoine de Saint-Exupéry

3.1 Introducción

En el capítulo anterior, se realizó una presentación sobre las ciencias de la complejidad y las teorías de autoorganización, tal como han sido desarrolladas durante este siglo y el siglo pasado en varias disciplinas como la química, la física o la biología.

Interesa ahora entrar en el campo de las ciencias sociales para presentar la evolución del estudio de los grupos, en especial de los grupos pequeños, desde los primeros conceptos hasta llegar a los estudios actuales realizados, considerando los grupos como sistemas complejos.

Navarro (2001) ubica de manera detallada el campo de estudio de las organizaciones como sistemas disipativos dentro del contexto histórico, haciendo una perspectiva desde la teoría de sistemas hasta el paradigma de la complejidad. Es dentro de este contexto, en el estudio de las organizaciones como estructuras disipativas, que se propone el estudio de los grupos pequeños de trabajo de las organizaciones como estructuras disipativas.

Los grupos de trabajo dentro de las organizaciones se deparan con situaciones donde las demandas son cada vez más paradójicas. Reducción de recursos, fuerza de trabajo cambiante, rapidez en las tecnologías y comunicaciones y el surgimiento de una mayor competencia, hacen que los conceptos relacionados con autoorganización adquieran un significado

potencial cada vez más grande. En los grupos pequeños, a pesar de que un gran número de aplicaciones del paradigma es posible, este potencial todavía no está desarrollado.

En la literatura científica actual, se encuentra una variada cantidad de teorías sobre el comportamiento de los grupos de trabajo. Cada una de ellas mira desde una perspectiva distinta, pero básicamente hay dos grandes tendencias dominantes durante la historia. La primera, caracterizada por el foco sobre los comportamientos en el trabajo y los procesos vinculados, se preocupó principalmente por las conductas del trabajo. La segunda, caracterizada por el análisis de los procesos interactivos entre los actores que intervienen en los sistemas sociotécnicos, es lo que llamamos actualmente de “psicología social” o “psicosociología”.

El pluralismo teórico existente en la psicología social (Munné, 1994b, 1997b) se debe al intento científico de explorar las varias partes de un sistema global. De la misma manera, en el ámbito organizacional, no se puede esperar que una única teoría abarque las diferencias estructurales, técnicas, tecnológicas y culturales encontradas en las organizaciones por todo el mundo. Es necesario acudir a las diversas alternativas disponibles (Clegg, 1990).

Por otro lado, se hace hincapié en la necesidad de la visión global. Históricamente, la metodología básica de análisis de problemas consiste en fragmentar un determinado problema en muchas partes. Eso es aparentemente efectivo si dicho problema se trata de un fenómeno complejo. Sin embargo, al intentar ver nuevamente la totalidad, esta se presenta como fragmentos que necesitan ser organizados. “Ya no vemos las consecuencias de nuestros actos, perdemos nuestra sensación intrínseca de conexión con una totalidad más vasta” (Senge, 1990, pág. 11).

La totalidad implica que el mundo no está formado por elementos separados y principalmente desconectados. De forma análoga se puede afirmar que las pluriteorías del comportamiento grupal tienen niveles de interconexión y sólo en este sentido se llega a establecer una teoría global. Como explica Munné (1995b, pág. 38), “paradójicamente las teorías locales aumentan la necesidad de una consideración global de la situación creada por estas teorías, lo que supone una teorización global relativa a las mismas”.

En los subcapítulos que siguen se presentará una definición de grupo basada en las características que los componen. En cierto modo, la definición de “grupo social” es redundante, ya que como se verá más adelante, es ampliamente aceptada la idea de que un grupo no se constituye

sin que haya interacción social entre sus miembros. Igualmente, se definirá el concepto de grupo pequeño antes de que se vuelva la atención a la discusión de la dinámica de los grupos de trabajo. Se terminará por concretar el vínculo entre los grupos pequeños de trabajo y las teorías de la complejidad.

Así, se ratifica la reflexión de Munné (1999, pág. 16) de que “si ya es complejo conocerse a uno mismo y a los otros, aún lo es más conocer a esta realidad llamada grupos, por ser una realidad que existe más allá de lo que es personal y a la vez forma parte constitutiva de cada uno de nosotros”.

3.2 Caracterización de grupo

No existe una única y ampliamente aceptada definición de “grupos”, lo que hay son dos tendencias básicas. La primera, la psicológica, está más centrada en los aspectos individuales de los elementos del grupo. La segunda, la sociológica, se basa en las propiedades del grupo como una entidad. Se planteará una tercera posición intermedia del grupo desde una perspectiva psicosocial, utilizando como puntos de referencia los varios autores que han estudiado esta dinámica desde dicha perspectiva.

Utilizando términos rescatados de la complejidad, los elementos del grupo y el propio grupo pertenecen a una realidad borrosa y como tal, no tiene sentido que se consideren mutuamente excluyentes.

La definición de “grupo” está íntimamente vinculada a la interdependencia entre los elementos que componen el grupo (Lewin, 1978). Este autor plantea que la relación entre miembros y grupos es más bien cualitativa que cuantitativa. En este sentido, el “todo” grupal no es *más* que la suma de sus integrantes, sino que posee propiedades distintas. Y va más allá, el grupo en realidad está en un nivel de organización diferente al del individuo.

El concepto de interdependencia lleva a la idea de la necesidad de interacción entre los miembros del grupo. Por lo tanto, la interactividad también es una de las características importantes para la formación del grupo.

Otro factor básico para la definición de “grupo” es el hecho de que los miembros tengan conciencia de pertenecer al grupo (Brown, 1988; Turner, 1990; Bar-Tal, 1990, y Munné, 1995c). Según estos autores, la aceptación consciente por parte de los integrantes es fundamental para la formación del grupo.

Además de la pertenencia consciente, Bar-Tal (1990) propone que para concebir un grupo, también hace falta que los integrantes compartan las mismas creencias grupales y que funcionen bajo algún tipo de actividad coordinada.

Se percibe que no hay una clara definición de qué es un “grupo”, sino más bien una serie de características que están presentes cuando existe un grupo. En la Figura 13, se presenta un resumen de las características grupales que si no llegan a formar parte de una concordancia universal en la definición de lo que es un grupo, a mi modo de ver, representan la opinión compartida por varios autores del tema.



Figura 13. Características de un grupo.

Como ya se comentó antes, el término “grupo social” resulta ser redundante. Existen grupos cuya acción conjunta es primariamente social, como un grupo de personas que se reúnen cada sábado por la tarde para jugar al dominó. Por otro lado, cualquier grupo de trabajo y con este término nos referimos a un grupo cuyo objetivo primario es realizar una tarea

profesional, tiene que establecer relaciones sociales, interacciones y comunicación para lograr la acción conjunta.

Si no existe un consenso general en la literatura acerca de una definición formal de “grupo”, tampoco se puede encontrar una concordancia con relación a la clasificación de acuerdo con el número de miembros que componen dicho grupo. Sin embargo, la diferenciación entre un grupo pequeño y un grupo grande ha de realizarse para que se pueda centrar el objetivo de estudio de esta investigación sobre los grupos pequeños. El sentido común nos lleva a decir que un grupo pequeño está formado por pocos integrantes, mientras que un grupo grande, por muchos integrantes. Debemos profundizar cuantos elementos significa la palabra borrosa “pocos” y desviar la mirada hacia el aspecto cualitativo resultante del número de elementos que componen un grupo.

La discusión empieza por delimitar el vínculo entre el número de elementos y el número de relaciones que se determinan en función de ello. ¿Puede la existencia de dos personas ser suficiente para constituir un grupo?. Tradicionalmente, la interacción entre dos personas es entendida como perteneciente al ámbito meramente interpersonal. En la interacción entre dos personas, el número de relaciones es inferior al número de miembros. Con tres personas, el número de relaciones se iguala y a partir de cuatro personas el número de relaciones posibles es superior al número de miembros que constituyen el grupo (Vendrell, 1999). Partiendo de esta idea, interesa verificar los aspectos cualitativos más que considerar simplemente el aspecto cuantitativo del número de relaciones.

Ibáñez (1979) propone que el número mínimo de integrantes de un grupo pequeño sea de cuatro elementos de forma que llegue a montarse un número mínimo de interrelaciones que permita la emergencia de propiedades grupales. Munné considera que algunas propiedades grupales surgen ya a partir de tres miembros: “Con el paso de dos a tres miembros, y por lo tanto con las interacciones a tres bandas, surgen fenómenos radicalmente nuevos, de gran relevancia psicológica y social, como son los celos y las coaliciones” (Munné, 1995c, pág. 142). Esto significa que la perspectiva cualitativa tiende a enriquecerse si el número de elementos es mayor que 2 y si existe diversidad entre los componentes de forma que se establezca una red interactiva de relaciones no-lineales entre los miembros. Esto no impide que dos personas lleguen a establecer un grado de interrelaciones lo cualitativamente interesantes para investigar sin que necesariamente constituyan un “grupo” por definición.

En este ámbito, cabe considerar que dos personas que interactúan pueden referirse también como una pareja, hecho que constituye una unidad

con características de interacción distintas a las de la interacción meramente interpersonal (Munné, 1995c). Parece ser que las disciplinas que intentan definir los grupos se quedan atrapadas en su borrosidad conceptual, sin llegar a agotar los intentos por explicar su complejidad.

Ahora nos queda otra pregunta. ¿Cuál es el número máximo de elementos de un grupo pequeño? La respuesta está relacionada con el objetivo de la acción conjunta del grupo. Por ejemplo, en el ámbito de la investigación, los grupos de discusión en laboratorio suelen tener entre cuatro y cinco integrantes, los llamados “T-group” o “grupos de formación” poseen de ocho a quince componentes y las dinámicas psicoterapéuticas entre seis y ocho miembros (Vendrell, 1999). Queda claro que tanto el número mínimo como el número máximo de miembros varía de acuerdo con los intereses y objetivos del grupo.

Una vez más, volviendo al aspecto cualitativo del número máximo de integrantes de un grupo pequeño, hay dos características importantes que debemos considerar. La primera es que el número de elementos no sean tantos como para que el grupo tenga que ser dividido en subgrupos, lo que para Rice (1977) puede ocurrir a partir de 12 miembros. En segundo lugar, que los miembros del grupo pequeño tengan la posibilidad de relacionarse y comunicarse directamente cara a cara los unos con los otros, sin la necesidad de intermediarios, lo que lo definiría como un grupo primario (Munné, 1995c). Finalmente, hay un tercer aspecto referente a la propia investigación que se realiza a través de observaciones descriptivas. Los elementos deben ser tantos cuanto el investigador sea capaz de observar.

En la Tabla 2 se resume, a mi juicio, los aspectos a considerar en el momento de describir un grupo pequeño, pero más que nada, en el momento de identificar si un determinado grupo puede ser clasificado como “pequeño” o no.

Tabla 2. Aspectos a considerar para describir un grupo pequeño.

Aspectos a considerar para clasificar un grupo como “pequeño”
Número y cualidad de las relaciones entre los miembros
No-existencia de división en subgrupos
Tipo de acción conjunta
Existencia de interacción cara a cara sin intermediarios

La dificultad de definir explícitamente un grupo pequeño también reside en el carácter formal o informal de la creación del grupo. Los grupos de trabajo en las organizaciones se establecen “formalmente” en función de la tarea que realizan. Son grupos de origen provocado (no-naturales) y de vínculo utilitario (inicialmente no-afectivo) (Munné, 1995c). Puede haber grupos en los cuales todos los miembros realizan una misma función en común o grupos multidisciplinarios en los que cada miembro tiene una tarea distinta dentro del objetivo final.

Los grupos de trabajo surgen de organizaciones formales en las empresas y su motivación está relacionada con la tarea a la cual se dedican como profesionales (se refiere a la motivación primaria superficial, no a la compleja motivación del trabajo en sí). Sin embargo, por detrás de la estructura formal pueden establecerse *espontáneamente* pequeños grupos sociales en función de la convivencia y de las interacciones diarias que se establecen informalmente durante el trabajo. Estas nuevas estructuras informales y espontáneas normalmente están basadas en vínculos emocionales provenientes de la naturaleza humana de los miembros. Muchas veces pueden llegar a ser superiores a la organización planificada originalmente por la empresa.

La principal diferencia entre los grupos formales e informales es que los primeros son provocados y establecidos por una necesidad externa, por ejemplo, la necesidad de una empresa de determinar un grupo de personas que realicen una determinada tarea, estableciendo los llamados “equipos de trabajo”. El factor primario de la creación de estos grupos no es natural y no está vinculado inicialmente a las necesidades directas de sus componentes. Por otro lado, el poder de los grupos informales está justamente en su factor de creación espontánea por el deseo y la necesidad de los propios miembros, con lo que se establecen fuertes vínculos emocionales.

Quijano y Silva (1995, pág. 170) presentan las siguientes características generales de los grupos establecidos en las organizaciones, advirtiendo, sin embargo, que los equipos de trabajo poseen algunas diferencias específicas (González, Silva y Cornejo, 1996):

- (i) Sus componentes se reconocen como miembros de un grupo y son identificables como tales por los que no lo son.
- (ii) Sus relaciones intragrupalas se caracterizan por la interdependencia, especialmente en cuanto a lograr un objetivo compartido.

- (iii) Los roles se diferencian y, por consiguiente, difieren las expectativas de conducta para realizar la tarea.
- (iv) El grupo se desarrolla en un contexto organizacional y se relaciona con otros individuos o grupos del mismo.

Una vez caracterizados los grupos, se pasará a revisar algunos estudios sobre la dinámica de comportamiento de los grupos especialmente relacionados con el objetivo de esta tesis.

3.3 La dinámica de los grupos

3.3.1 Introducción

González (1997) ofrece un amplio recorrido sobre las principales orientaciones teóricas en el campo de la psicología de los grupos y sitúa de forma sistemática el lugar que ésta ocupa dentro de la psicología social: “Hay que advertir que en psicología social se apela constantemente al grupo como marco de referencia teórico y experimental, pero esto no quiere decir que el objetivo sea el propio grupo como tal, sino un determinado fenómeno social” (pág. 22).

Dentro de este contexto, y dejando aparte antecedentes históricos, a partir de los años setenta surge la corriente cognitivista en la psicología de los grupos, representada, por un lado, por la escuela deductiva, basada en modelos teóricos para analizar el comportamiento humano en situaciones complejas, y, por el otro, por la escuela inductiva que define clases de problemas y sus modelos generales a partir de análisis realizados en situación real de trabajo. Durante este período, surgen los conceptos de *esquemas* y de *frame* o marco representando el carácter organizado de las representaciones en la estructuración del conocimiento.

Pero no es hasta los años ochenta que se empieza la investigación sobre el modelaje cognitivo del hombre en situaciones complejas de trabajo. Por ejemplo, el trabajo de Rasmussen (1981) presenta los vínculos entre la acción y la toma de decisiones en el diagnóstico de incidentes laborales y

Reason (1990) modela los mecanismos de producción de problemas laborales, estableciendo una categorización de los errores.

Con el incremento del uso de las tecnologías en el trabajo, surge una preocupación por la relación hombre-máquina tanto en los aspectos productivos como de apoyo a la decisión. La tecnología provoca consecuencias no sólo sobre la naturaleza de las funciones ejercidas sino también sobre las conductas desarrolladas por el hombre en el entorno de trabajo. El cambio básicamente es liberarse de los aspectos físicos y senso-motores y centrarse en el tratamiento de las informaciones.

Paralelamente a las corrientes behaviorista y cognitivista, hay que abrir un paréntesis para situar la evolución desde la organización científica hasta la teoría sistémica.

Las teorías del racionalismo clásico representadas por Taylor en los EEUU, Fayol en Francia y Stakhanov en Rusia plantean una organización del trabajo *previsible* formalizada en prescripciones a los miembros de la organización que deberían ejecutarlas escrupulosamente. No dejan margen a ningún tipo de creatividad o diversidad.

Para intentar solucionar el problema de la rigidez y fomentar la flexibilidad de acciones, surge la corriente humanista a partir de los años treinta. El objetivo es observar la importancia del *grupo* como fuente de motivación, como local de la integración de las producciones individuales y como herramienta de intervención y formación. Las dinámicas de grupo entran en escena, patrocinadas por psicólogos como el propio Elton Mayo, Kurt Lewin y Jacob Leví Moreno. En 1966, Herzberg es el precursor de las teorías de la motivación estableciendo a finales de los años setenta los llamados círculos de calidad.

El éxito de las dinámicas de grupo se apoya principalmente en dos factores conjunturales de la situación de aquel entonces: los modos de remuneración en función del rendimiento y el aumento del nivel de aspiración de los trabajadores, hecho que posee profunda relación con el desarrollo de la educación escolar.

A finales de los años sesenta y principio de los setenta surge la corriente sistémica trayendo con ella el concepto de *totalidad*. La organización es analizada como un sistema compuesto de diferentes elementos que establecen entre ellos una cooperación antagónica. Según esta perspectiva, la toma de decisiones, así como el análisis de conflictos pasan por considerar la totalidad de las relaciones en el conjunto de la organización.

El objetivo de este recorrido histórico no es extenuar las varias teorías surgidas durante este siglo para el comportamiento social en las empresas, sino más bien preparar el campo para la introducción de las teorías que conectan el estudio social con las teorías de la complejidad. Este será el tema de los próximos apartados.

3.3.2 Los paradigmas de la psicología social y las organizaciones

Es fundamental comprender los marcos teóricos de la psicología social aplicados a las organizaciones porque están relacionados con la manera como se entienden los grupos de trabajo en las empresas.

Las varias perspectivas y cambios de pensamiento durante la historia llevaron a Thomas Kuhn (1962) a definir el concepto de paradigma científico como un grupo de realizaciones compartidas por una comunidad científica y utilizadas para definir problemas y soluciones. Normalmente, los diferentes paradigmas científicos se suceden como parte integrante de una transformación social y cultural más amplia. En otras palabras, los paradigmas cambian a medida que no logran explicar las nuevas situaciones emergentes en la historia y estas situaciones surgen dentro del contexto social del planeta. Por eso, Capra (1996, pág. 27) transporta la definición de Kuhn a la de paradigma social, como “una constelación de conceptos, valores, percepciones y prácticas compartidos por una comunidad, que conforman una particular visión de la realidad que, a su vez, es la base del modo en que dicha comunidad se organiza”.

La psicología social actualmente trabaja con un conjunto de paradigmas básicos que nos proponemos relacionar con el estudio de las organizaciones. En primer lugar, cabe presentar una definición de organización suficientemente completa para lograr este objetivo. De acuerdo con Quijano (1993, pág. 181), las organizaciones son:

Formaciones sociales complejas y plurales, compuestas por individuos y grupos, con límites relativamente fijos e identificables, que constituyen un sistema de roles, coordinado mediante un sistema de autoridad y de comunicación, y articulado por un sistema de “significados compartidos” (que incluye interpretaciones de la realidad, normas y valores) en

orden a la integración del sistema y a la consecución de objetivos y fines. Estos fines, o el modo de conseguirlos, no siempre son aceptados por todos sus miembros, por lo que deben ser negociados o impuestos, lo que permite entender las organizaciones como coaliciones de poder en lucha, a veces por el *cómo* conseguir los objetivos, y a veces por la fijación de los objetivos mismos. De duración relativamente estable y continua, estas formaciones sociales se hallan inmersas en un medio ambiente con el que mantienen mutuas relaciones de influencia.

Se pueden encontrar acercamientos y aplicaciones de los marcos teóricos de la psicología social a las organizaciones en Munné (1989, 1995b) y Quijano (1987, 1993). El trabajo de Quijano ubica el concepto de psicología de las organizaciones dentro del ámbito de la psicología social aplicada y, por extensión, en las ciencias sociales. Para este autor, la psicología de las organizaciones puede ser definida por algunos elementos fundamentales (Quijano, 1993, págs. 338 y 339), que presentaré de forma resumida:

- La psicología de las organizaciones estudia el comportamiento del ser humano en el contexto de las organizaciones, sean estas de trabajo o no-laborales.
- Tiene carácter interdisciplinar, utilizando amplia y prioritariamente conocimientos propios de la psicología social, y, en consecuencia, de la psicología y la sociología, además también se enriquece y se constriñe por las aportaciones de otras ciencias sociales y tecnológicas.
- Es una ciencia aplicada de vertiente positivista cuyo propósito es establecer y descubrir relaciones estables entre variables del comportamiento social en las organizaciones.
- Desde sus aproximaciones historicistas, hermenéuticas y críticas, su objetivo es potenciar la emancipación y el desarrollo del ser humano, así como su autonomía y la calidad de vida en el trabajo, añadidos al tradicional objetivo centrado en el rendimiento económico y de la productividad.
- Se halla interesada tanto en comprender y explicar, como en predecir y resolver problemas concretos de las personas en las organizaciones.

Por su parte, Munné (1995b) presenta seis marcos paradigmáticos en la psicología social y los relaciona con las organizaciones, conforme el resumen presentado en la Tabla 3. Estos marcos son el psicoanálisis social, el conductismo social, el sociocognitivism, las teorías del rol y teorías afines, la psicología social marxista y la psicología social humanista.

Dentro del contexto del psicoanálisis social, el comportamiento del ser humano es explicado en función de sus sentimientos y emociones, como un ser altamente pendiente de su afectividad. Por extensión, una organización vista desde este marco paradigmático es el resultado de las interacciones y relaciones básicamente afectivas de los integrantes. Estas situaciones incluyen las resultantes de los procesos no-conscientes de autodefensa y manipulación.

El marco del conductivismo social propone el ser humano como capaz de reforzar y modelar su comportamiento como resultado de intercambios de acciones basado en las relaciones de coste y beneficio psicológico y social. De forma que la organización se presenta como un medio de adquisición, modificación e intercambio de conductas permitiendo el aprendizaje.

Tabla 3. Paradigmas de la psicología social y las organizaciones (adaptado libremente de Munné 1989, 1995b)

Paradigma	Psicología social	Organización
Psicoanálisis social	afectividad, “homo irrationalis”	sentimiento de pertenencia
Conductivismo social	acción observable, de “homo mechanicus” (susceptible) a “homo oeconomicus (que intercambia)	conducta y experiencia
Sociocognitvismo	estructuración de la mente, de “homo cogitans” (ser pensante) a “homo cyberneticus” (inteligencia artificial)	objetivos (proyectos y expectativas)
Rol y afines	actor, de “homo ludens” (pasivo) a “homo artiflex” (constructor de la realidad)	pautas y roles (socialización y cultura organizaciones)
Psicología social marxista	“homo faber”	diferencias sociales (estatus, estratos)
Psicología social humanista	“homo volens”	procesos llevados a cabo como voluntades de integración

El paradigma sociocognitivo destaca el mecanismo de la mente de procesamiento formal de información proveniente de las percepciones de la realidad compartidas por los elementos. La organización se entiende por los procesos de conocimiento a través de la percepción de la realidad por parte de sus integrantes.

El marco de las teorías del rol y afines como el constructivismo o el interaccionismo simbólico propone un ser humano que asume papeles y se comunica simbólicamente, interactuando con los otros elementos bajo determinadas reglas para definir una situación. De la misma forma, “la organización se presenta como un resultado de las interacciones simbólicas entre los integrantes, bajo unas reglas que llegan a definir las situaciones” (Munné, 1995b, pág. 43).

La psicología social marxista se centra en la relación entre dominio y alienación del individuo provocada por la ideología que le sostiene. “La organización se vuelve un proceso de dominación que afecta a las interrelaciones y consecuciones de poder” (Munné, 1995, pág. 43).

Finalmente, la psicología social humanista se basa en un hombre con capacidad de autorrealización y la organización es un elemento que puede promover o no promover este potencial.

3.3.3 Marcos teóricos en el estudio de los grupos

Si algo ha de estar claro en las ciencias sociales del estudio de grupos es que éste abarca una cantidad de discusiones en las cuales se hace imposible afirmar una verdad absoluta. Se puede decir que es una ciencia borrosa, en la que cada teoría tiene un grado de utilidad sin excluir a las otras.

Esta tendencia a la borrosidad también se percibe al estudiar los principales marcos teóricos o los de mayor influencia para la comprensión de los procesos dinámicos de grupo.

Con el fin de orientar la discusión de este tema hacia los objetivos de la presente tesis, interesa principalmente describir los paradigmas que estén posteriormente relacionados con las teorías de la complejidad. Por lo tanto, éste es el criterio adoptado para elegir las teorías que se presentarán con mayor detalle. El foco central será en tres orientaciones: la teoría cognitivista, la teoría del campo y la teoría sistémica, a las cuales se dedicará más tiempo y atención en los próximos apartados.

Efectivamente, el énfasis será dado más en la orientación que estas teorías suponen que en las teorías en sí, una orientación hacia la totalidad, el equilibrio y el no-equilibrio y la importancia de la retroalimentación en los procesos de grupo.

Al destacar estas tres orientaciones de ninguna manera se pretende afirmar que algunas perspectivas son mejores que otras, sino direccionar este estudio hasta que se pueda concretar el vínculo entre los paradigmas de las dinámicas de comportamiento grupal y las recientes teorías de la autoorganización.

Con este propósito, empezaré por resumir rápidamente los factores que considero más dignos de destaque en las perspectivas de análisis interaccional, sociométrica y psicoanalítica.

Robert F. Bales ha sido el gran responsable de la definición de los procesos de análisis interaccional, término que hace referencia a un grupo de herramientas destinadas a la investigación de la interacción social de grupos pequeños (Bales, 1950). Plantea que toda y cualquier actividad ejercida por el grupo está orientada a la solución de problemas, desde una perspectiva funcionalista de acción y reacción: todas las acciones de grupo dependen de la meta que se proponen. Brown (1998) observa que desde esta perspectiva, los grupos tienden hacia el estado de *equilibrio homeostático*.

La orientación sociométrica de Jacob Leví Moreno, además de desarrollar una serie de herramientas y técnicas sociométricas, se basa en los principios de la interdependencia entre los elementos del grupo y de la *espontaneidad creadora*. Este segundo punto interesa mucho porque representa una forma de creación en el grupo, la emergencia de una nueva cualidad, que está muy relacionada con la emergencia de nuevas estructuras de los sistemas caóticos alejados del equilibrio. Moreno (1954) afirma que la espontaneidad es una condición esencial para el surgimiento de la creatividad. Por mi parte, asocio la espontaneidad a la ausencia de una organización controlada externamente de la dinámica grupal, lo que es uno de los posibles requisitos generadores del caos. Moreno fue el primero en utilizar el término “psicoterapia de grupo”, significando el proceso curativo

promovido por las fuerzas del grupo incluido el terapeuta (González y Barrull, 1995).

El pensamiento psicoanalítico, sintetizado principalmente por W. R. Bion (1976) y Melanie Klein (1974) trata los grupos como si estuvieran formados por dos componentes coexistentes: el grupo de trabajo y el grupo de suposiciones básicas. Bajo esta perspectiva, los grupos se valen de mecanismos psicológicos, o estrategias, para responder a diversas fuentes generadoras de tensión. Estas estrategias pueden influir en la cohesión o desunificación del grupo.

3.3.3.1 Teoría cognitiva

Para realizar la descripción de este apartado, se centrará el foco de atención en la psicología cognitiva moderna con énfasis en la evolución de acuerdo con los más recientes descubrimientos sobre el funcionamiento del cerebro y su relación con la atención y la conciencia.

Los recientes descubrimientos sobre la neurofisiología del cerebro y, principalmente el descubrimiento de las funciones del núcleo amigdalino (LeDoux, 1996), ofrecen una nueva visión sobre la cognición de los seres humanos.

El núcleo amigdalino es el responsable de una especie de “programación” del cerebro para detectar situaciones de peligro y para producir respuestas protectoras. Está presente en el cerebro de casi todos los animales vertebrados desde hace mucho tiempo. En el hombre, desde siempre, y por eso muchas de estas respuestas han sido seleccionadas en las condiciones ambientales ancestrales. Bajo esta perspectiva, los procesos cognitivos son una fuente de señales con capacidad de provocar reacciones emocionales predeterminadas. Es una especie de “reacción instintiva” emocional frente al peligro, y ocurre antes de que haya tiempo para el pensamiento. En los antepasados prehistóricos del hombre o delante de situaciones de peligro real, esta reacción es la garantía de la supervivencia. Por ejemplo, imaginemos una situación en que uno se encuentra delante de un tigre salvaje. La amígdala cerebral bloquea cualquier tipo de raciocinio o pensamiento en función de la reacción emocional: huir lo más rápido posible para sobrevivir. Si el cerebro permitiera pensar en qué hacer, correría riesgo nuestra vida, porque a nivel cerebral el pensamiento es más lento que la emoción.

Las respuestas predeterminadas del cerebro frente a las situaciones de peligro se han ido modelando durante el periodo de evolución y ahora son respuestas condicionadas o automáticas a estímulos, antes de que el cerebro tenga tiempo de reflexionar sobre la situación. Ahora bien, si encontramos que el estímulo no es un tigre, sino una situación de trabajo, por ejemplo, un jefe agresivo, la reacción del cerebro será la misma: la amígdala bloqueará el raciocinio y la reacción emocional será lo primero en aparecer. O por lo menos esto es lo que ocurre a primera instancia.

La capacidad de desconectar este proceso emocional voluntariamente significa servir de las funciones cognitivas para obtener una ventaja evolutiva: pasar de la reacción involuntaria a la acción voluntaria o consciente. Las respuestas condicionadas o automáticas son útiles en situaciones de emergencia de riesgo de vida, pero los recursos cognitivos lo son mucho más en las situaciones de la vida diaria. Sin embargo, algunas de las reacciones que se tiene en el día a día laboral son movidas por este impulso “automático” ancestral de defensa frente a una situación de supuesto peligro. En el trabajo, hay que dejar de lado estas reacciones, “contar hasta diez” y empezar a utilizar la cognición para analizar el problema. Sin embargo, automáticamente ya ha sido activada. La supervivencia no es algo que hagamos únicamente en presencia de un animal salvaje, las situaciones sociales suelen ser encuentros de supervivencia (LeDoux, 1996).

El núcleo amigdalino es el responsable de convertir las evaluaciones cognitivas en respuestas emocionales. El cerebro está programado para responder a situaciones que tengan algún significado. Este significado depende de la información que tiene almacenada por la propia evolución y por recuerdos de experiencias pasadas.

Por ejemplo, un gato doméstico provoca representaciones conscientes resultantes de dos tipos de recuerdos: los almacenados en la memoria a largo plazo y las experiencias pasadas con gatos. Una serpiente, mediante estas representaciones, resulta en la idea de que puede haber peligro.

Según la teoría de evaluación cognitiva, estos procesos constituyen la evaluación que uno hace de la situación y debería ser suficiente para justificar el miedo que se siente por la serpiente y no por el gato (LeDoux 1996). Según LeDoux, sin embargo, estas representaciones y evaluaciones cognitivas en la memoria de trabajo no bastan para convertir la experiencia en una experiencia emocional completa. Hace falta el mecanismo de activación controlado por la amígdala cerebral. En otras palabras, el hecho de ver una serpiente sólo manifestará una reacción emocional (y

consecuentes reacciones físicas) si la representación visual de la serpiente activa el núcleo amigdalino.

Análogamente, si una situación de trabajo, por ejemplo, frente a un personaje autoritario, tiene una significación que haga que la amígdala cerebral sea activada, el cerebro responderá automáticamente a través de una experiencia emocional, por ejemplo, ansiedad, que bloqueará, al principio, la capacidad cognitiva para evaluar la situación. La ansiedad bloquea el proceso de cognición (Goleman, 1997). En efecto, cualquier emoción (sufrimiento mental, según el autor) bloquea el proceso de la cognición, pero la ansiedad normalmente está en la base de las emociones que puedan surgir. El extremo de este proceso es lo que casi todos hemos experimentado alguna vez: el “blanco” mental durante un examen o presentación, movido por la tensión ansiosa del momento (miedo, angustia, preocupación, etc.).

“La ansiedad confunde las emociones con las cogniciones, entremezclando la pauta de activación de la respuesta de emergencia con la toma de conciencia de que existe una amenaza” (Goleman, 1995, pág. 60). Las palpitaciones del corazón o el sudor son resultados físicos del estrés provocado por el cerebro para que el cuerpo se prepare para huir o atacar. Estos síntomas ocurren tanto en una situación de peligro real como en una situación psicológica de preocupación. Ambas situaciones tienen la misma dinámica implícita en el cerebro, causando una respuesta automática de estrés. Sin embargo, cuando el estímulo de estrés no sirve para atacar o huir de un tigre, se transforma en ansiedad o angustia y la atención permanece fija en la fuente de la amenaza, lo que impide percibir otras informaciones. Es decir, si la amenaza percibida no es para el cuerpo físico, sino una amenaza psicológica, se producen pensamientos indeseables y compulsivos relacionados con la situación (lo que Horowitz (1983) denomina intrusiones de la ansiedad) porque la atención necesaria para evaluar la situación cognitivamente está bloqueada por el estrés. Como consecuencia, el rendimiento de la persona frente a la situación es deficiente.

Según Goleman (1995) el elemento clave de la respuesta de estrés no es tanto el peligro en sí, sino la *amenaza* de peligro. O la percepción de esta, que puede ser real o no, pero siempre está asociada a la *incertidumbre* por parte de la persona. La incertidumbre frente a una situación novedosa o desconocida dispara el estado de alerta, prepara el cuerpo para reaccionar a una posible amenaza a través de la excitación. Existe una relación recíproca entre la respuesta de estrés provocada por el estado de alerta y el proceso de atención. Si por un lado, es la atención la que activa el estado de estrés, este también activa los centros de la atención. La respuesta de la mayoría de los animales delante de una novedad es una combinación entre el incremento de

la actividad cerebral, la agudización de los sentidos y la atención; si se confirma que la novedad es una amenaza, se genera la respuesta de estrés, sino, el cerebro y el cuerpo retornan a un estado de menos excitación (Goleman, 1995).

Está claro que la naturaleza de la amenaza psicológica es un tema subjetivo, ya que depende de la percepción del individuo o del grupo sobre lo que es una amenaza o no. Lo importante aquí no es el evento, sino el significado que este evento supone para la persona o para el grupo. Si el evento es percibido como una amenaza, lo que es un proceso de evaluación cognitiva, se activa la respuesta de estrés. La ansiedad resultante es un estado de sufrimiento psicológico para el cual el hombre posee una serie de mecanismos de defensa que están relacionados entre sí: asociaciones, insensibilidad, respuestas previsibles, disminución de la atención, evitación de significados, constricción de pensamiento, fallos de memoria, rechazo de significados obvios, bloqueo por medio de la fantasía, etc. (Horowitz, 1983). Todas estas maniobras mentales de defensa tienen que ver en algún grado con la orientación de la atención perceptiva y son todas paliativas porque no mudan la realidad de la amenaza, sino desvían la atención hacia otro lugar. Al hacerlo, disminuyen la ansiedad, pero perjudican la capacidad de percibir la realidad y de evaluar la situación con claridad.

Ahora bien, si una cosa ha quedado clara cuando se habló de complejidad es el hecho de que en la vida real se interacciona con situaciones inciertas, a pesar de los esfuerzos de la ciencia de todos los tiempos de intentar generar explicaciones sobre la previsibilidad de las dinámicas de la naturaleza y los esfuerzos del hombre común en controlar las situaciones de su vida cotidiana. El convivir con la incertidumbre significa para el hombre convivir con la posibilidad de la novedad, con la percepción de la amenaza del peligro y con la ansiedad que eso puede conllevar. Todos los animales poseen esta percepción no consciente de amenaza porque es útil para la supervivencia del cuerpo. El hombre, además, tiene la capacidad de volverla consciente a través de los procesos cognitivos. O si es necesario, hacer callar la conciencia para evitar la ansiedad que provoca en sí mismo y en el grupo social al cual pertenece. La habilidad esencialmente humana de tener conciencia de sí mismo, conlleva la capacidad del autoengaño como defensa del sufrimiento. Este hecho es muy importante para cualquier investigación en la que se quiera utilizar teorías de las ciencias “duras” para eventos sociales. Los sistemas fisicoquímicos que se analizaran en las matemáticas de la complejidad no incluyen el factor autoconciencia y autoengaño en sus dinámicas, pero los grupos sí.

El proceso de evitación de ansiedad pasa por el proceso de dirigir la atención hacia uno u otro evento, o lo que es lo mismo, procesar información selectivamente. Lo que uno no ve o no percibe, en realidad, no existe para él, sea una persona individual o un grupo de personas. El autoengaño actúa tanto en la mente del individuo como en el consciente colectivo del grupo. Lo que se ha visto en el apartado sobre la definición de grupo es que para pertenecer a él y tener la aceptación por parte de los otros integrantes, el precio de la admisión consiste en estar de acuerdo en no percibir la incertidumbre intrínseca y no cuestionar cualquier acto que desafíe el modo en como el grupo realiza las cosas. La complicidad del grupo es mantenida orientando la atención alejada del hecho percibido como amenazante, o entonces reajustando su significado de manera que tenga una forma aceptable. Janis (1983) y Weissberg (1983) ofrecen ejemplos claros de este tipo de comportamiento, afirmando que es más común de lo que imaginados y Goleman (1995) los define como “mentiras esenciales” porque acredita que es un proceso que ha contribuido a la evolución de la raza humana y protege al hombre de enfermedades mentales amenizando el sufrimiento. La atención juega un papel fundamental porque es el proceso de coleta de información, esencial para la evolución. La ansiedad es el proceso resultante si la información es percibida como amenaza. La conclusión es sencilla: se puede utilizar la atención para ocultar o disfrazar la amenaza. La atención puede ser manipulada para esconder una verdad dolorosa. Lo que no es percibido, deja de existir en la conciencia, no amenaza y no genera ansiedad.

La percepción humana es una forma de atención selectiva situada en la parte históricamente más reciente del cerebro humano, el córtex, y sirve para seleccionar entre la gran cantidad de estímulos e información que pueden ser asequibles a nuestros sentidos. Esta capacidad es vulnerable a la manipulación de lo que es incluido y lo que es excluido de la percepción. Si para Freud, la atención es un proceso realizado exclusivamente en el inconsciente, actualmente se entiende también la atención como un acto de voluntad, una elección del libre albedrío personal de lo que se admite en la mente consciente. Es gobernada por ambas fuerzas conscientes y no conscientes. Citamos a LeDoux (1996, pág. 302):

El éxito que tuvo la corriente cognitivista como alternativa al conductismo se debía sobre todo al hecho de que podría tratar la mente como procesos que suceden inconscientemente y, por tanto, sin tener que resolver primero el problema de cómo se crea el contenido consciente. Como la revolución cognitivista descartó la emoción, ésta no llegó a sacar provecho de la teoría que trataba la mente como procesos inconscientes más que como contenidos conscientes. En consecuencia, el estudio de la

emoción todavía está centrado en averiguar de dónde proceden los sentimientos subjetivos, en lugar de estudiar los procesos inconscientes que a veces dan lugar a estados conscientes y otros no.

El cerebro, por la forma en como está estructurado, tiene la capacidad de enmascarar la intensidad del sufrimiento mental a costa de una disminución de la percepción. Esta característica es útil para el proceso evolutivo. Y gratificante para el individuo porque le disminuye el sufrimiento psíquico. El problema surge cuando la desatención analgésica se vuelve un hábito, un patrón de comportamiento, sea este individual o grupal, porque restringe las posibilidades de aceptar informaciones del entorno y el “sistema” humano se vuelve egocéntrico dentro de un paradigma comportamental limitado. Lessing (1987) se refiere a estos paradigmas como “prisiones en las que elegimos vivir”.

La manera en como se forman estos patrones en una persona tienen que ver con su socialización, primero en la familia, luego en su círculo de amistad y después en el grupo de trabajo. Pero el objetivo no es discutir aquí cómo se forman, sino analizar sus consecuencias para el comportamiento grupal. O mejor, verificar que las prisiones grupales funcionan como las prisiones individuales, y como el individuo dentro del grupo deja su “yo” personal para participar de un “yo” colectivo. En ese sentido, pueden ser creadas defensas colectivas para evitar las ansiedades grupales.

La psicología del grupo depende de este “yo colectivo”, que es un conjunto de esquemas que definen el mundo en el que vive el grupo, sus creencias, posibilidades y limitaciones perceptivas. Esto es lo que da sentido a la experiencia colectiva y que define lo que le es pertinente en varios niveles, incluso en el de atención. Bion (1976) se refiere a estas calidades como la “mentalidad del grupo”: un conjunto de deseos, opiniones, pensamientos y emociones compartidos por los integrantes. Solamente los aspectos compartidos son incorporados a esta mentalidad grupal. Y de esta forma, las asunciones básicas, las creencias compartidas son las que indican qué información es aceptada y cómo se maneja esta información con el fin de evitar la ansiedad.

Un aspecto muy interesante ha sido citado por Bales (1965). El grupo puede funcionar bajo un sistema de comunicación de dos niveles: uno consciente y abierto y otro inconsciente y oculto. El primero fluye por la comunicación normal y está volcado en el trabajo explícito del grupo. El segundo es oculto y no se expresa verbalmente, sin embargo, es subentendido por todos por su significado inconsciente. Este último hace referencia a las ansiedades y al sufrimiento psíquico del grupo.

Así como los grupos familiares, el grupo de trabajo determina lo que puede ser expresado en palabras y lo que debe seguir implícito. Aún así, lo que puede ser expresado verbalmente, sigue unas reglas también determinadas internamente. La mente grupal orienta la atención hacia una dirección y la aleja de otra, define qué aspectos de la experiencia compartida pueden ser discutidos abiertamente, cuáles deben ser ocultados, olvidados o denegados. Lo que genera son lagunas de atención en el grupo en función de lo que puede ser percibido o no de la experiencia, pero que no son notadas inmediatamente por los integrantes porque actúan fuera de la percepción consciente (Goleman, 1995).

Además, la relaciones de pertenencia y el deseo de aceptación hacen que haya una complicidad (algunas veces espontánea y otras no) para que todos estén “a gusto” en el grupo, aunque esta sensación se produzca a cuesta de secretos y negaciones de sentimientos personales delante de situaciones.

Aquí hay que parar para hacer una aclaración: no todos los grupos son víctimas de estos síntomas que se describen. Hay grupos creados espontáneamente por personas que tienen intereses en común reales y piensan de manera semejante. Y otros que son creados de otras maneras y que funcionan eficazmente. Sin embargo, en la mayoría de las situaciones empresariales, los grupos son creados de manera artificial y es muy raro obtener consenso espontáneo sin que haya desvíos de atención y la creación de patrones limitados de actuación. También los grupos pueden pasar por etapas más o menos vinculadas a la creación de defensas. Lo que interesa es el *estado* del grupo en varios momentos, su dinámica: cuanto más veces se detecten los síntomas, más creencias se crean, el grupo se vuelve más estático y su capacidad de actuar eficazmente empeora.

Para la aplicación de las teorías autoorganizativas en los grupos pequeños, como se verá más adelante, interesa que el grupo pueda conciliar la sensación de unidad e identidad con la apertura para recibir y procesar la información relevante interna y del entorno.

Las decisiones en grupo son una solución en contra del riesgo de que una sola persona tome decisiones basadas en sus prejuicios personales, en sus limitaciones de atención, de percepción y de procesamiento de información. Es sabido que si el grupo funciona bien, puede llegar a decisiones más acertadas que las individuales. Pero la mente colectiva grupal en el sentido que venimos hablando (viciada o prejuiciosa) puede perjudicar esta función grupal por las mismas limitaciones perceptivas del entorno que implica, así como las del individuo. Utilizando las terminologías de la complejidad, la diversidad de pensamientos es capaz de

generar el estado lejos del equilibrio, mientras que una única mente grupal está de alguna forma estancada en el equilibrio, evitando el cambio y la posible evolución.

Por ejemplo, Janis (1983) después de estudiar grupos de varias naturalezas encontró un punto en común entre todos. Había una íntima relación entre la preservación de la percepción de una solidaridad cómoda y la disposición por enfrentarse a hechos y expresar opiniones que pudiesen desafiar el paradigma compartido por el grupo. La mayoría de los grupos buscaban la concordancia en todos los tópicos intentando no romper la comodidad de que eso significara la unidad del grupo.

La falsa sensación de identidad es una ilusión basada en creencias cuya primera víctima es el pensamiento crítico y creativo. Si por un lado es cómodo, por otro reduce la eficacia del grupo y su evolución.

La autora presenta ejemplos de reuniones de alta dirección de empresas donde la conversación se limita a pocos cursos de acción, mientras se ignoran todas las alternativas posibles. No se pone atención en los valores implícitos ni se consideran los inconvenientes de estas decisiones iniciales. Definitivamente, como comenta Goleman (1995, pág. 190), “no tratan de esconder conscientemente un secreto o un sufrimiento compartido, sino que restringen su atención y vuelven deficiente la búsqueda de información, para preservar la cómoda unanimidad”. Añade que la lealtad al grupo exige que los miembros no presenten cuestiones embarazosas, no ataquen a la argumentación débil o que se opongan al pensamiento irresoluto con los hechos reales. Apenas las actitudes cómodamente compartidas pueden ser expresadas.

Justamente este es el objetivo del paradigma, crear mecanismos de defensa para proteger las ilusiones grupales contra cualquier información discordante que pudiera generar ansiedad y poner en riesgo estas creencias compartidas. Normalmente, el hecho de que las creencias son ilusorias no es percibido por el consciente compartido por el grupo. El grupo no se da cuenta de sus mecanismos de defensa, a pesar de que algún integrante individualmente los pueda percibir y comentarlo. Sin embargo, la percepción colectiva trata de ignorar esta información amenazadora. La zona de información que se encuentra fuera de la percepción consciente del grupo es la que forma esta especie de *mente colectiva* no consciente.

Janis (1983) apunta una serie de fuerzas que reafirman la mente colectiva: la ilusión de la invulnerabilidad para reforzar el poder del grupo, la racionalización de eventos con el objetivo de validar sus creencias y sus decisiones, la ilusión de la unanimidad para generar bienestar, la supresión

de dudas personales para no alejarse del grupo y estimular el consenso, la autoimagen estereotipada fija que se refuerza amplificando hechos que parezcan estar de acuerdo con ella e ignorando los que parezcan contradecir, y las barreras éticas que reafirman la integridad y moralidad del grupo.

Concluyendo, el grupo construye una realidad mediante los paradigmas compartidos. Su autoimagen y su comportamiento es un reflejo de estos paradigmas. Su identidad no está solamente implícita en rutinas y rituales, sino en la manera como perciben, interpretan, procesan y comparten la información. Y todo eso no sólo con el objetivo de sacar el trabajo que les es asignado, sino también para resolver la tensión entre la ansiedad y la atención y su relación con la supervivencia de su paradigma compartido. El grupo es susceptible a reducir la atención en función de evitar la ansiedad. Si mantiene su armonía a costas de filtros prejuiciosos de información, existen defensas ocultas actuando. Hay una distorsión de la realidad para preservar la autoidentidad. El grupo no ve lo que prefiere no ver, y tampoco ve que no ve.

Los procesos cognitivos del grupo con relación a su autoimagen, autorreferencia e identidad están principalmente vinculados a la teoría autopoietica. Volveremos a ver más a fondo estas situaciones en el apartado 3.4.2 cuando se hable de paradigmas compartidos, ya que son un elemento muy importante por lo que respecta a las interacciones que pueden generar y limitar la autoorganización del grupo.

3.3.3.2 La teoría del campo

La llamada “teoría del campo” ha sido desarrollada por Kurt Lewin (1978) influenciado inicialmente por su pertenencia a la escuela de psicología Gestalt, que había transferido la teoría física del campo a la psicología.

En física, un campo de fuerza es un campo en el que la grandeza física es una fuerza. La teoría del campo es el conjunto de asignaturas que describen las interacciones a través de campos de fuerza, como por ejemplo, la electrodinámica. Esta asignatura, como el propio nombre indica, trata el comportamiento y los efectos de cargas eléctricas *en movimiento*, por medio de los campos electromagnéticos.

Esta definición deja clara algunas de las propiedades de la teoría del campo de Lewin aplicada a los grupos. Un grupo es un campo social en el que influyen fuerzas en movimiento (como las cargas eléctricas) y la teoría

del campo estudia este proceso *dinámico*, las propiedades y efectos de estas fuerzas en el comportamiento (conducta) del grupo.

Lewin definió “campo” como una totalidad de hechos coexistentes y mutuamente interdependientes, basándose en la definición de “campo físico” de Einstein (1933). Inicialmente, esta definición estaba pensada para explicar el comportamiento individual; posteriormente ha sido utilizada también en el estudio de la conducta grupal.

El campo dinámico es como un sistema constituido de varias fuerzas que está en equilibrio si las fuerzas se contrapesan, pero que puede generar tensión cuando se rompe el equilibrio, cuando algunas fuerzas prevalecen sobre las otras. Las fuerzas son representadas a través de vectores y el comportamiento del grupo es el movimiento impulsado por estos vectores (Figura 14). El campo es una estructura de interdependencia que se establece entre un individuo o grupo y su entorno, en un periodo del tiempo determinado.

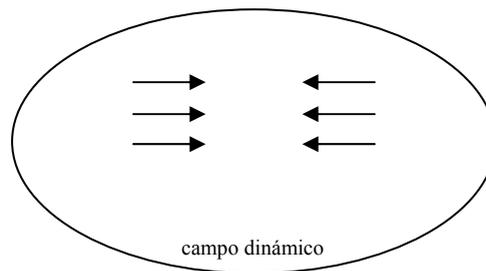


Figura 14. Los campos de fuerza representados por vectores.

Según la teoría de Lewin, es posible representar a través de gráficos topológicos una persona o grupo en una determinada situación. La utilización de esquemas topológicos para representar situaciones también ocurre en la teoría de las catástrofes de Renée Thom, discutidas en el apartado 2.2.6. Back (1992) propone que la teoría de las catástrofes puede ser vista como un perfeccionamiento de la antigua psicología topológica refiriéndose a Lewin.

El análisis de campo siempre parte de la premisa que la situación es una totalidad a partir de la cual se pueden diferenciar sus partes.

La ecuación que representa la conducta de una persona es:

$$C_p = f(P,E)$$

La variable P es la persona y E el entorno en el cual se encuentra interactuando, de acuerdo con la representación de la Figura 15.a. Así que la conducta de una persona (C_p) se describe en función del entorno y de la propia persona. Por otro lado, denota la relación de interdependencia entre persona y entorno, ya que $P = f(E)$ y $E = f(P)$. El término espacio vital (EV) representa la totalidad de la relación entorno-persona, con lo que también $C_p = f(EV)$.

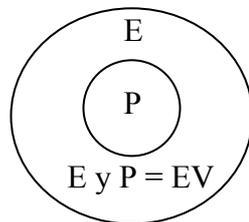


Figura 15.a. Espacio vital de una persona.

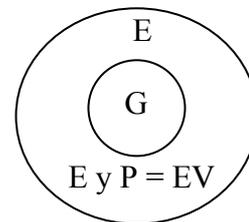


Figura 15.b. Espacio vital de un grupo.

El concepto de “totalidad dinámica” es fácilmente adaptable a la definición de “grupo”. La ecuación $C_p = f(P,E)$ se substituye por $C_g = f(G,E)$, donde G significa el grupo y C_g la conducta del grupo (Figura 15.b).

Es posible identificar algunas fuerzas básicas responsables de explicar el movimiento del campo o en otras palabras, los cambios de conducta. Un factor destacado cuando se habló de la ciencia de la complejidad es la *necesidad*. Y aquí cabe diferenciar “necesidad” de “deseo”. Una necesidad tiene un poder motivacional mucho más fuerte que un deseo. Por ejemplo, un grupo de trabajo tiene la necesidad de aprender inglés pero puede tener el deseo de estudiar en una determinada escuela. Las necesidades son resultado de la interrelación sujeto-entorno o grupo-entorno. El entorno influye en que el sujeto o el grupo tengan cierta necesidad. En el caso del grupo, la interdependencia surge del hecho que “determinadas necesidades pueden satisfacerse mejor (con más facilidad) dentro de la actividad organizada de un grupo, mientras que otras sólo pueden satisfacerse perteneciendo y actuando dentro de un grupo social” (González, 1997, pág. 83). Como consecuencia, el mantenimiento del grupo como tal puede llegar a ser una necesidad del grupo para satisfacer otras necesidades, constituyendo así una fuerza añadida que actúa sobre el campo social.

Otras fuerzas destacadas son el valor que el individuo o el grupo atribuyen a cada necesidad a través de los vectores de fuerza que propulsan el comportamiento hacia una determinada dirección; el desplazamiento (físico o psicológico) entre las llamadas regiones que separan la persona o el grupo de su entorno; los conflictos que ocurren cuando fuerzas de la misma intensidad se oponen; y la tensión que es sinónimo de la disposición hacia la acción.

La aplicación de la teoría del campo se encuentra no sólo en entender las conductas humanas, sino principalmente en intervenir planificando el cambio de comportamiento de un grupo. Mediante la realización de experimentos prácticos, Lewin dedujo que “es mucho más fácil producir un cambio individual si previamente se produce un cambio en los estándares del grupo al que pertenece” (González, 1997, pág. 86). En otras palabras, exige menos esfuerzo cambiar los individuos que se encuentran constituidos en grupo que cambiar cada individuo separadamente. Aquí están los orígenes de las conocidas “dinámicas de grupo”, a las que Munné (1985) prefiere definir como “actividad del grupo”.

La metodología para instituir el cambio a través de un grupo es la conocida fórmula descongelar – mover – recongelar el campo social. Si las fuerzas del campo social están equilibradas, el sistema no es propenso a cambiar, por lo que hará falta *desestabilizarlo* mediante la utilización de alguna fuerza, por ejemplo, la implantación de una necesidad (y con eso se quiere decir hacer que el grupo sea consciente de una necesidad hasta entonces no consciente). Esto es equivalente a descongelar el sistema. Con esta *inestabilidad*, el grupo podrá moverse hacia una nueva forma de comportamiento, donde habrá la fuerza contrapuesta (la satisfacción de la necesidad), que lleva el sistema de nuevo al *equilibrio*. En este ejemplo, cuanto más sea la necesidad realmente percibida por el grupo como interna y real en lugar de una necesidad impuesta (como una necesidad de la empresa que se intenta vender como necesidad de los empleados), más fácil será el proceso del cambio.

En el párrafo anterior, se percibe la utilización de conceptos muy familiares (en cursiva) a algunas teorías de la complejidad. Como se presentará más adelante, los conceptos de “totalidad dinámica”, de las inestabilidades para promover el cambio, el equilibrio del sistema y en general las ideas propuestas por la teoría del campo pueden ser considerados predecesores de muchos conceptos actuales de las teorías de la complejidad aplicada a las ciencias sociales. Específicamente, el modelo de utilización de las estructuras disipativas para el estudio de grupos de Smith y Gemmill (1991) que será descrito en el subcapítulo 4.3 está basado en el modelo de

Lewin, con algunas mejoras en función de los nuevos descubrimientos científicos.

Sin duda, la principal contribución de Lewin ha sido “demostrar la posibilidad de manipular experimentalmente las complejas relaciones sociogrupales y modificar el comportamiento sobre la base del grupo” (Vendrell, 1999, pág. 124). Y más que nada, desde la perspectiva de la complejidad, se considera fundamental su clara indicación en analizar en concepto de equilibrio del sistema en el proceso de cambio.

3.3.3.3 La teoría sistémica

Los principales conceptos de la orientación sistémica en el estudio de grupos tienen sus orígenes en la teoría general de sistemas del biólogo alemán Ludwig von Bertalanffy (1968) definida a finales de los años veinte. Esta teoría pasó a ser utilizada para representar los sistemas en general, por una parte como resultado de los esfuerzos del propio Bertalanffy para divulgar su ciencia y por otro lado por su capacidad de representar los procesos de varias disciplinas científicas a través del concepto de “sistema”.

En el contexto psicosocial de los grupos, la teoría sistémica representa un grupo como un sistema, un conjunto de elementos que interactúan a fin de constituir una totalidad. El pensamiento sistémico se ocupa no sólo de los miembros del grupo, sino también de sus interrelaciones y de los elementos que les pertenecen y los que pueden emerger en el grupo en cuanto totalidad.

Un grupo es un sistema abierto, es decir, que está sujeto a las influencias del entorno al cual se encuentra inserido. La apertura del grupo implica que posee relaciones también con otros grupos (otros sistemas) tanto si ellos están al mismo nivel como si se establecen relaciones jerárquicas de subgrupos dentro de grupos mayores.

Tradicionalmente en la teoría sistémica, se enfatizan los *inputs* o procesos de entrada y los *outputs* o procesos de salida. En una situación de trabajo, las entradas podrían ser las exigencias del trabajo que determinan la actividad del grupo y las salidas el propio resultado de esta actividad laboral. Pero como veremos, un “sistema-grupo” caracteriza una situación de trabajo como un sistema complejo y dinámico y es capaz de producir mucho más que simplemente la actividad laboral. El producto resultado se da en función de una *necesidad* inicial, que a su vez resulta ser una demanda provocada por el entorno. La actividad resultante es una conducta, lo que

significa que no se trata de un acto aislado, sino de un conjunto de acciones orientadas hacia un objetivo final sometidas a las condiciones del medio. Y todo este proceso constituye la totalidad del sistema.

El primer componente, las entradas, pueden surgir tanto internamente en el grupo, provenientes de sus características como individuos, o de situaciones emergentes en cuanto a grupo. También pueden ser el resultado de demandas por parte de las características ambientales de trabajo o de la organización del trabajo impuestas por la administración empresarial. Todos esto es parte de la complejidad de las interrelaciones del sistema.

Sin embargo, la aportación más interesante desde mi perspectiva es el concepto de regulación o retroalimentación y su influencia en determinar los procesos de equilibrio y desequilibrio, de estabilidad y cambio del sistema. La retroalimentación proviene del concepto de *feedback* estudiado por los cibernéticos en los años cincuenta. Ésta se da a través de la re-introducción de salidas en el sistema en forma de entradas, sean estas en forma de conductas, información o cualquier fenómeno que el grupo sea capaz de producir. Así como el grupo influye en sus efectos, los efectos influyen en él.

De aquí se concluye que un grupo representado como sistema no sólo es capaz de producir nuevos elementos sino que puede aprender de ellos. Según la visión sistémica, las propiedades esenciales de un grupo son propiedades del todo que ninguna de las partes posee, emergen de las interacciones y relaciones entre las partes (Capra, 1996). Queda claro que el grupo-sistema posee el potencial creador desde donde pueden emerger nuevos estados, nuevas formas de comportamiento.

Pero volvamos al concepto de retroalimentación, que ocurre a través de bucles de alimentación y su relación con el equilibrio o desequilibrio del sistema. Como se ha visto en el planteamiento de Lewin, un sistema en equilibrio no está abierto al cambio y mientras se acerca al no-equilibrio surgen las posibilidades de nuevas conductas. Existen dos tipos de retroalimentación: la que regula o equilibra el comportamiento y la que amplifica o desestabiliza el sistema.

El primer tipo se llama “retroalimentación negativa”. Los bucles ayudan en la homeostasis del grupo, contribuyendo por mantenerlo estable alrededor de unos pocos valores a través de la continua anulación de las fluctuaciones o variaciones en el comportamiento del grupo.

Un ejemplo de un sistema que funciona por retroalimentación negativa son las cocinas eléctricas que funcionan mediante un termostato. Si

encendemos el horno y ajustamos la temperatura a 180°C, la resistencia eléctrica se calienta hasta alcanzar esta temperatura y entonces se apaga. Cuando el termostato detecta que la temperatura ha bajado, vuelve a calentar la resistencia. Así el sistema se regula constantemente alrededor del valor definido, la temperatura de 180°C, con intervalos de diferencia de, por ejemplo, [-5°C, +5°C].

El sistema está atado a este comportamiento en función de un dispositivo de control que no le permite apertura al cambio ni a la emergencia creativa. Transfiriendo esta situación a las ciencias sociales, podemos imaginar una situación análoga en la que un grupo es regulado por un dispositivo de control del tipo recompensa-castigo, bastante común en nuestra educación y en la dinámica laboral de algunas empresas. Se desea que el grupo permanezca constante, funcionando con disciplina. Cualquier comportamiento que sea inconstante o indisciplinado recibe el “castigo” para que vuelva al equilibrio (el castigo puede hacerse efectivo de varias maneras: una transferencia de puesto, la retribución, una exposición pública, etc.). Cuando acontece la homeostasis, se recibe la recompensa (un aumento de sueldo, un reconocimiento público, una promoción de puesto, etc.). Es un sistema determinista de atractor de punto fijo, conforme presentado en el apartado 2.2.3.1. Todos los estados del sistema tienden a la constancia y a la disciplina. Sin embargo, al contrario del termostato, los dispositivos reguladores son múltiples.

En este tipo de entorno con muchos mecanismos controladores abunda el miedo y la rigidez, no hay margen a la espontaneidad porque su objetivo es contener las variaciones o desviaciones que puedan surgir.

Cabe el comentario que la aplicación planificada de la retroalimentación negativa a los sistemas humanos no tiene carácter negativo en su valor si se utiliza conscientemente y con criterios en situaciones donde se necesite extrema precisión de resultados. Sin embargo, debe limitarse a ciertos periodos de tiempo concretos, una vez que reprime el inherente potencial creador humano fuente de su evolución. También cabe decir que los sistemas poseen bucles de retroalimentación negativa no planificados, es decir, que se establecen por la propia naturaleza de la dinámica y que son importantes para su funcionamiento.

El segundo tipo de retroalimentación es la positiva y se opone al equilibrio del sistema. Los bucles de retroalimentación, en lugar de anular las fluctuaciones o desviaciones, las amplifican y de esta forma ofrecen la posibilidad de que se produzcan inestabilidades en el estado del sistema, propulsando el cambio y la emergencia de nuevos estados.

Un ejemplo clásico de retroalimentación positiva citada por Briggs y Peat (1989) son los chirridos en un sistema sonoro, cuando el micrófono se acerca al altavoz. El altavoz produce sonido, que es captado por el micrófono y se vuelve a reproducir por el altavoz, en un ciclo de amplificación.

La retroalimentación es lo que permite el surgimiento del fenómeno de la no-linealidad. Las mismas causas no siempre van a resultar en los mismos efectos por la posibilidad de que estos efectos sean amplificados por retroalimentación (Maruyama, 1963).

Un ejemplo de los bucles de retroalimentación positiva en los grupos es la formación de una revolución. Un ligero cambio o una pequeña variación en el comportamiento puede ser amplificada hasta que el sistema grupal se vuelva inestable, alcanzando un estado bastante alejado del equilibrio.

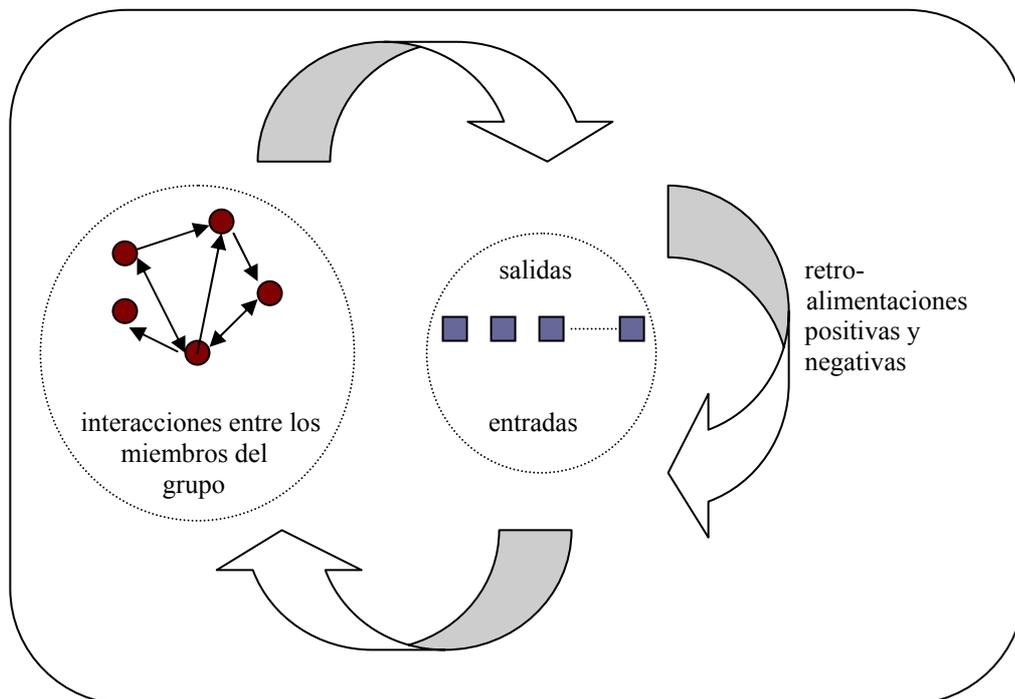


Figura 16. Representación de la dinámica sistémica (elaboración propia).

A pesar de que cualquier representación gráfica de la perspectiva sistémica corre el riesgo de no representar la totalidad de la dinámica, la Figura 16 muestra la estructura sistémica de un grupo en su entorno. En este diagrama, se representan las entradas y salidas, así como los rizados de retroalimentación negativos y positivos. Las entradas del grupo-sistema pueden ser, como ya se comentó, necesidades internas y externas promovidas por las interrelaciones entre los miembros y de estos con el entorno. Y las salidas, por su parte, pueden ser toda una sorpresa de nuevas estructuras, comportamientos y estados. En un grupo, ambas entradas y salidas pueden estar constituidas por factores tan diversos como son las exigencias y actividades del trabajo, las necesidades psicológicas de los miembros, informaciones, comportamientos, etc.

Al final, lo que queda claro es que las salidas *son* las entradas en un ciclo interminable mientras exista el grupo como sistema. En este ciclo existen retroalimentaciones tanto positivas como negativas, unas reprimen el cambio, otras lo amplifican. El flujo entrada-salida tiene un número ilimitado de posibilidades en cuanto a que los propios rizados de retroalimentación positiva hacen emerger las nuevas propiedades en el grupo, o en otras palabras, las nuevas salidas y entradas. Al considerar un grupo como un sistema, se afirma la posibilidad de aparición de propiedades emergentes. Cualquier proceso psicosocial de los que acontecen en las organizaciones a través de las interacciones de los miembros como la cultura de la empresa, los estilos de liderazgo, el clima, la participación, etc. (Quijano y Navarro, 1999) son ejemplos de propiedades emergentes. “Estos procesos psicosociales emergentes no son reducibles a las propiedades o elementos componentes y, además, acaban influyendo en los propios miembros” (Navarro, 2001, pág. 36).

La principal aportación de la teoría sistémica es advertir que no se puede separar la causa del efecto, ya que en un sistema influyen procesos complejos que se forman en función de los rizados de retroalimentación productores de la no-linealidad. Y, principalmente, que estos procesos complejos llevan el sistema hacia estados de no-equilibrio donde existen propiedades emergentes potenciales, lo que hace que un grupo pueda crear nuevas estructuras, nuevas formas de funcionar, nuevos comportamientos.

A partir de estos conceptos, se está preparado para realizar el vínculo entre las dinámicas de grupos y las dinámicas de los sistemas complejos. Para eso, se presentará una discusión sobre la importancia de los conceptos de red, estructuras y patrón dentro de las dinámicas caóticas de los grupos de trabajo.

3.3.4 Grupos, redes, patrones y autoorganización

Se ha presentado en la discusión del pensamiento sistémico la idea de que un grupo se establece principalmente por las interrelaciones entre sus miembros y con el entorno, de forma que funciona como una totalidad. Pues bien, estas interrelaciones configuran una especie de *estructura dinámica* (en contraste con una estructura estática) característica del grupo, a la cual se referirá como *patrón de organización*. Con la definición de este concepto, se puede concluir que el estudio del comportamiento de un grupo es, en efecto, el estudio de sus patrones de organización.

La estructura dinámica de un patrón se refiere al estudio de la forma y contrasta con la estructura estática que indica más bien el estudio de la sustancia de la cual está hecho el sistema. Los patrones no pueden ser entendidos sino por el estudio de la configuración de las interrelaciones que lo componen. “Estructura” implica “cantidades”, se pueden medir y pesar, mientras que “patrón” implica “cualidades” que no pueden ser medidas ni pesadas (Capra, 1996). Si se retoma la definición de “grupos”, es posible verificar que una de las propiedades básicas es la existencia de estas interrelaciones entre los miembros, el patrón. En efecto, las características de un grupo son propiedades de un patrón de organización. Si se deshace este patrón, el grupo deja de existir, a pesar de que sus integrantes sigan existiendo individualmente.

En su libro “La Trama de la Vida”, Capra (1996) instiga el pensamiento sobre la siguiente pregunta: ¿Hay un patrón de organización común que pueda ser identificado en todos los seres vivos?. El autor vincula este patrón con el planteamiento autopoietico, pero de momento, lo más importante es verificar que este patrón tiene la forma de una *red*.

En la Figura 16 del apartado anterior he representado un grupo de la siguiente manera:

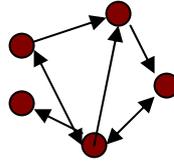


Figura 17. Representación de un grupo a través de las interacciones de los miembros.

Esta es una manera de representar gráficamente los miembros del grupo y sus interrelaciones. Lo que se ve claramente es que la figura representa una red. Los componentes y las relaciones están dispuestos en forma de red. Esto contrasta con el concepto de linealidad, como ya se comentó. Una red tiene la característica de operar no linealmente, en parte porque va en todas las direcciones y por otro lado porque con este comportamiento es capaz de formar ciclos de retroalimentación. Los bucles de retroalimentación pueden estabilizar el grupo si son negativos o llevar al grupo hacia nuevos estados si son positivos o lo que es lo mismo, organizar el grupo.

Así que se ha podido llegar a un punto de conexión importante entre los capítulos 2 y 3. Los grupos se forman a través de patrones de organización, estos patrones tienen la forma de una red, una red es no-lineal y posee bucles de retroalimentación que tienen la capacidad de organizar al propio grupo, lo que se define como autoorganización. Con esta observación se cumple el objetivo de relacionar la dinámica de comportamiento de los grupos con la autoorganización de los sistemas complejos. Como conclusión, se puede afirmar que los grupos pequeños de trabajo funcionan como sistemas abiertos con el potencial de autoorganización.

La contribución de la teoría sistémica para alcanzar este objetivo es obvia y se debe a que en los años ochenta, el desarrollo de las matemáticas de la complejidad ha permitido que los conceptos de la teoría de sistemas y la forma de pensar sistémica pudiesen ser modelados para describir varios fenómenos. A partir del subcapítulo 3.4 se describirán las recientes investigaciones realizadas bajo esta perspectiva para verificar los más recientes y principales experimentos realizados con grupos pequeños dentro de organizaciones. La meta principal será sacar un conjunto de informaciones e ideas sobre la complejidad de los grupos que puedan ser útiles para definir modelos de observación basados en la autoorganización.

3.4 La complejidad de los grupos pequeños de trabajo

Dios no posee manera extrañas de actuar porque Dios no posee ninguna manera de actuar. Dios no posee nada a través de lo cual pueda mostrarse a menos que estas cualidades sean activadas en los testigos de la creación - los seres humanos.

Enseñanzas del Kebzeh

3.4.1 La complejidad desde otra perspectiva

El objetivo de este subcapítulo es acercar los conceptos que se han hablado hasta ahora, es decir, hacer analogías entre el comportamiento de los sistemas complejos y el comportamiento de los grupos sociales. No se entrará en detalles sobre las dinámicas de autoorganización porque este será el tema del próximo capítulo, donde se presentarán modelos de estructuras disipativas y autopoiesis para los grupos pequeños.

Será posible percibir que muchos de los autores consultados para este sub-capítulo ya no hablan de complejidad en sistemas químicos, físicos o biológicos, sino que son definiciones más bien aplicadas a las ciencias sociales.

Empezamos por presentar la particular definición de complejidad de Pagels (1988): “complejidad es una medida de la dificultad que existe al formar algo partiendo de sus partes elementares”. Morin (1990, págs. 130-131) define complejidad como “un reconocimiento de la causalidad compleja, una causalidad recursiva autocatalítica en la que el proceso de organización elabora los productos, las acciones y los efectos necesarios para su creación y regeneración, y donde esta “autocausalidad” necesita como motivo una causalidad exterior”. En este sentido, la causalidad exterior sería el provocador de la necesidad interna del sistema.

El mismo Morin (1981) define como una crisis de identidad el hecho de que las partículas elementales del átomo actúen a veces como ondas y

otras veces como partículas. Según Montuori y Purser (1997), análogamente se puede hablar de una crisis de identidad afectando los estudios sobre los seres humanos, planteados tanto como actores en solitario como parte de entidades sociales, de acuerdo con la perspectiva y metodología del investigador. Una vez más, los conceptos son borrosos.

El cambio que propone la complejidad es visualizar un sistema no como varias unidades elementales reunidas, sino como una unidad compleja (Angyal, 1941). Efectivamente, la raíz latina de la palabra complejo, *complexus*, significa diferentes elementos entrelazados para formar una única estructura.

En un grupo, la complejidad significa la unidad dentro (y a pesar) de la diversidad. La complejidad emerge en el centro de la “unidad” al mismo tiempo como relatividad, relaciones, diversidad, alteraciones, duplicidad, ambigüedad, incertidumbre, antagonismo y la unión de todas estas nociones que son complementarias, competitivas y antagónicas (Morin, 1993, pág. 190). La ambigüedad y la diversidad son inherentes a la complejidad.

En el decorrer de este subcapítulo, se podrán verificar algunas características de los sistemas sociales y, por extensión, de los grupos pequeños. En primer lugar, la existencia de unos paradigmas compartidos por el grupo que influyen directamente en la característica más importante de todo el proceso de autoorganización: la existencia de nuevas posibilidades de comportamiento en estos sistemas, la innovación que conlleva la evolución.

En segundo lugar, además de las fluctuaciones de variables internas y del ambiente externo, están los individuos interactuantes que por su vez, también son sistemas complejos con lo que existe la posibilidad de que su estructura de comportamiento no sea estable, como de hecho se sabe que no lo es. Esta inestabilidad puede provocar, a partir de algún evento interno al individuo, una nueva característica comportamental, una innovación (en evolución biológica lo llamarían de un “mutante”). El efecto de este nuevo comportamiento en el sistema, en el grupo como un todo, será determinado por su estabilidad estructural con relación a este evento. El sistema puede amplificarlo o reprimirlo. Todo dependerá de las necesidades del entorno manifestadas por las interacciones entre los individuos.

Los mecanismos evolutivos complejos que se discuten en este estudio sugieren que la evolución natural de los sistemas no tiene que corresponder necesariamente al concepto de la palabra “progreso”, que es un concepto subjetivo sobre una evolución hacia lo que se considera mejor, en el sentido favorable a determinados aspectos también subjetivos. La estructura del

sistema y su evolución no corresponden necesariamente a los deseos individuales de los elementos del sistema. Esta estructura colectiva simplemente refleja las no-linealidades e interacciones y, por lo tanto, puede dar margen a aspectos del progreso inesperados y muchas veces indeseables.

Actualmente se acepta la interpretación de la evolución como un “diálogo entre fluctuaciones que lleva a innovaciones y la respuesta determinista de los elementos actuantes en el sistema” (Prigogine y Allen, 1982, pág. 38). Es posible determinar la estrategia evolutiva favorecida por un entorno concreto: un entorno rico en recursos tiene la tendencia a ser ocupado por un gran número de elementos especializados en determinadas tareas mientras un entorno escaso en recursos será ocupado por perfiles generalistas. Se puede hacer una analogía obvia entre grandes y pequeñas/medianas empresas. Las últimas, en general, tienen menos recursos y los profesionales suelen realizar varias tareas genéricas. Por ejemplo, muchas veces el propio dueño es también el que hace las tareas comerciales, de marketing, de administración y de recursos humanos, mientras que en empresas grandes ricas en recursos, hay una o más personas especializadas en cada área.

La mayoría de las investigaciones en torno a las organizaciones se concentra en identificar las manifestaciones en la dinámica que puedan resultar de un sistema autoorganizativo e intentan identificar y proponer los mecanismos generadores implícitos no-lineales a través de las teorías de la autoorganización. Morgan (1986) afirma que esta nueva perspectiva de entender las organizaciones proporciona una visión de que ésta está constituida por flujos y transformaciones.

Senge (1990) propone un modelo de organización como un sistema complejo y por extensión no-lineal, dirigido por un líder carismático con el poder de “controlar” el sistema identificando puntos de impulsión (puntos críticos) en los cuales una intervención clave pueda ser implementada. Obviamente, lo más destacado es el poder de observación de este líder para poder identificar estos puntos críticos y qué tipo de intervención se debe aplicar para obtener los resultados propuestos.

Lo básico de esta propuesta de organizaciones que aprenden con la experiencia es la retroalimentación, fenómeno esencial en la dinámica no-lineal de los sistemas complejos. Contractor (1998) presenta un interesante resumen de las ideas de Senge para acercar el estudio de las organizaciones a la descripción de las dinámicas complejas:

- (a) los problemas actuales provienen de las decisiones pasadas;
- (b) cuanto más se presiona el sistema, más el sistema presiona de vuelta;
- (c) la dinámica va mejorando antes de empeorar;
- (d) las soluciones fáciles externamente normalmente se vuelven hacia dentro;
- (e) la solución puede ser peor que el problema;
- (f) más rápido es más despacio;
- (g) causa y efecto no están íntimamente relacionados con tiempo y espacio;
- (h) pequeños cambios pueden producir grandes resultados, pero las áreas de mayor impacto frecuentemente son las menos obvias;
- (i) es posible obtener dos resultados, pero no a la vez;
- (j) la división de un elefante en dos no produce dos pequeños elefantes;
- (k) no existe la culpa.

La visión de la organización como un sistema dinámico, caótico, no-lineal, sujeto a cambios muchas veces provocados por pequeñas acciones (Goldstein, 1994; Warneke, 1993), que se pueden mover en función de un atractor extraño y que es capaz de aprender, “produce un cambio creativo en la comprensión de las organizaciones” (Stacey, 1996, pág. 265) y estimula a que los trabajadores puedan moverse libremente en varias direcciones impulsados por su propia energía y creatividad (Wheatley, 1992).

En los sistemas sociales, que son mucho más no-lineales que los sistemas físicos, hay pocos ejemplos donde las suposiciones de linealización son posibles o justificadas. La ciencia social, tratando con las interacciones complejas de organismos complejos, estuvo forzada hasta ahora a utilizar instrumentos lógicos y matemáticos diseñados originalmente para tratar con sistemas mucho más sencillos (Turner, 1997).

3.4.2 El paradigma compartido

En el subcapítulo 3.3 se habló de grupos como patrones de organización, como estructuras dinámicas o el conjunto de interrelaciones de sus miembros en forma de red. El principal elemento utilizado para realizar las interrelaciones entre los seres humanos es la comunicación. La

comunicación verbal, corporal, escrita, etc., es la responsable de establecer la red, el patrón organizativo. A pesar de que normalmente no esté muy claro cuál es este patrón de organización, hay un elemento resultante de la comunicación que sí es más fácil de percibir, al menos en los grupos pequeños: el patrón de comportamiento o de conducta. Al observar el resultado final de toda la trama llamada “grupo”, lo que es posible de observar es su comportamiento como un todo. La aparente facilidad de observación se debe inicialmente a que esta conducta se trata de un comportamiento aprendido y acostumbrado. Los patrones de comportamiento son respuestas consistentes y predecibles a situaciones específicas (Smith y Gemmill, 1991). Así mismo, los patrones se vuelven más claros cuando se rompen, la reglas se ven cuando alguien las sobrepasa.

Cuando se habló de la moderna teoría cognitiva en el apartado 3.3.3.1 se discutieron los desvíos de atención que una persona y un grupo pueden realizar en forma de defensa para protegerse de sentimientos no deseados como la ansiedad provocada por las amenazas percibidas. Se comentó que estas defensas pueden volverse patrones de comportamiento acostumbrados evitando la entrada de información importante para el aprendizaje y la evolución, para la autoorganización.

Dediquemos un momento a analizar esta situación en un grupo de trabajo. La situación refleja un estado de estabilidad y equilibrio, en la cual el grupo posee sus atractores de punto fijo, contraria a la situación alejada del equilibrio que facilita la autoorganización. Sin embargo, ésta es la situación que en un principio, la mayoría de las empresas, o por lo menos los mandos intermedios, clasificarían como ideal: pueden predecir las actitudes de su grupo frente a las situaciones previsibles. Y así evitan la ansiedad.

Esto no significa nada negativo, como se ha visto, los periodos de estabilidad se intercalan con los de inestabilidad en las dinámicas caóticas. Lo que se pretende es llegar a la importancia del concepto de comportamiento *acostumbrado* para la dinámica evolutiva del grupo. Un conocido ejemplo es la manera como se doman los elefantes de circo. Cuando son pequeños, se les ata de una pata a un tronco fuerte clavado en el suelo. Por más fuerza que realice el pequeño elefante, no es suficiente para liberarlo. Con el tiempo, el elefante se *acostumbra* a estar atado y *aprende* que no se va a liberar por más fuerza que haga. Cuando es adulto, basta con que se le ate a un pequeñísimo trozo de madera en el suelo (que podría sacarlo con 1 sencillo movimiento), para que el elefante crea que no puede huir y se quede cautivo.

Como el elefante que, a pesar de su fuerza, permanece atado al pequeño trozo de madera toda su vida, algunos autores como Doris Lessing (1987), Daniel Goleman (1995) John David García (1991) y John Bennett (1964) han percibido que existe una distancia entre el potencial humano y la realidad, principalmente en lo que se refiere a los grupos pequeños. Por una constatación en los ambientes organizacionales, se detectan situaciones tan opuestas como grupos rígidos extremadamente atados a normas y otros demasiado cargados de emociones, lo que supuestamente afecta su capacidad de comunicación en las relaciones y de procesamiento de información para actuar efectivamente en un entorno cambiante. Por detrás de la investigación sobre autoorganización, existe la posible contribución al acercamiento del enorme potencial humano y su realidad muchas veces mediocre y destituida de significado. La autoorganización de un grupo significa dar espacio a la creatividad más profunda y natural del ser humano, compartida por todos los integrantes.

Para alcanzar esta meta, el grupo debe tomar conciencia de las barreras autocreadas como defensas a partir de lo que Hirshhorn (1988) define como cuestiones psicológicas del trabajo: creencia básica de dependencia, *fight-flight* y emparejamiento; presencia de alianzas ocultas; y el uso de rituales de la organización. La toma de conciencia implica el movimiento desde una posición de contracción hacia una posición donde se pueda alcanzar un contacto más directo y realista con sus fronteras reales (Smith y Gemmill, 1991) como grupo.

El paradigma de la complejidad puede ser muy importante en este sentido porque implica que el sistema funcione en sus fronteras, en el límite del caos para generar orden. Este orden tiene un significado distinto al que actualmente asociamos a la palabra "orden". Munné (1994a) explica que "el orden supone control, por lo que el no-orden del caos es la falta de control, pero no es descontrol de lo que se considera orden, lo cual sería seguir intentando controlar sin éxito aquel orden y no habría autoorganización (...). El caos parece ser otro modo de *control*".

A partir del patrón de comportamiento acostumbrado, interesa examinar el concepto de paradigma familiar que llevará a definir el paradigma compartido, concepto que será muy útil para la discusión posterior sobre grupos y autoorganización.

El paradigma familiar (Reiss, 1981) es el flujo de información que pasa a través del sistema familiar, representando el conjunto de los patrones de comportamiento *recurrentes* compartidos por una familia. Los paradigmas no sólo se vuelven claros en las situaciones normales diarias del grupo familiar, sino principalmente en los encuentros festivos, las

discusiones, vacaciones, conflictos, etc. En estos momentos, se hacen visibles las respuestas predecibles del paradigma.

Si el paradigma existe es porque tiene una función considerada efectiva por el grupo en tanto que se establece como consecuencia a una historia familiar única que puede venir desde hace mucho tiempo. Proporciona un sentimiento de seguridad y de reducción de ansiedad a los miembros porque establece una distancia segura entre la estructura organizacional familia, donde la información y los eventos son moldados, y su frontera con el ambiente externo.

Esta distancia parece conveniente porque los eventos e informaciones que no encajan con el modelo establecido dentro de la estructura familiar pueden ser evitados sistemáticamente. Por otro lado, esta criba de eventos no deseados puede producir el manejo irreal e inefectivo de la información, hecho que pasa desapercibido por el grupo.

La situación de un grupo de trabajo es bastante similar pero más compleja. Si por un lado son menos estáticos que los familiares (plantados a partir de la historia familiar de muchos más años), por otro lado cada individuo trae sus propios paradigmas familiares y otras experiencias al grupo. A partir de ello, con el propósito de ser aceptados y de poder trabajar en el contexto del grupo, tratarán de aprender, comunicar y vivir el paradigma compartido del grupo. De la misma forma que la estructura familiar, el grupo de trabajo filtrará las informaciones y eventos y actuará de acuerdo con las normas o patrones considerados correctos según el paradigma, lo que les afectará disminuyendo la ansiedad y la *incertidumbre*.

El paradigma compartido es, en esencia, la estructura principal del equilibrio social del grupo porque le proporciona un sentido de estabilidad y consistencia (Smith y Gemmil, 1991). Esta sensación se autorrefuerza por tratarse de una especie de guía acordada colectivamente utilizada para definir y entender las situaciones grupales.

Un aspecto interesante es que el paradigma compartido en la mayoría de las veces se trata de un aspecto no consciente en el patrón de comportamiento del grupo, un acuerdo establecido implícitamente sin nunca haber sido discutido abiertamente. Es entendido por el grupo como un patrón necesario para poder ejecutar las tareas sin que, con eso, represente la concordancia de los miembros en sus aspectos básicos, aunque esta exista superficialmente. La concordancia profunda y genuina es dificultosa de obtener, ya que la relación entre las experiencias pasadas del individuo y los paradigmas familiares que trae consigo unidas al deseo de compartir el nuevo paradigma del grupo puede producir expectativas y comprensiones

distintas entre los miembros. Por ejemplo, algunos miembros externalizan sus emociones abiertamente, mientras que otros no consideran esta actitud aceptable y las internalizan.

El proceso de la verdadera aceptación del paradigma compartido en un nivel más profundo provocaría la ansiedad de entrar en contacto muchas veces con la paradoja y la *turbulencia* del grupo. Para evitar este contacto y permanecer en el equilibrio “seguro”, se arman las defensas grupales con el objetivo de montar una distancia de protección entre el paradigma compartido y las fronteras del grupo con el medio externo.

Las defensas sostienen la estructura fija y limitada del paradigma compartido, evitando que el grupo pase por inestabilidades y turbulencias que le proporcionarían la opción de la creatividad a través de la autoorganización. Las informaciones que amenazan o que revelan la inconsistencia de las defensas tienden a ser sistemáticamente ignoradas. Con la distorsión en el procesamiento de información, la acción en las fronteras del grupo es reprimida y el grupo corre el riesgo de perder su relevancia en el entorno.

Estos procesos representan la complejidad inicial encontrada al estudiar un grupo de trabajo. Al contrario de los sistemas físicos o químicos, se diferencia la capacidad humana de hacer conscientes los aspectos que se han discutido, para poder quitar las barreras que muchas veces impiden seguir el proceso natural de la autoorganización.

Según Lewin (1947), los patrones de relación tienden a volverse el hábito del sistema. El camino ya conocido es más fácil y ofrece menos resistencia y ansiedad, con lo que dichos patrones se intentan utilizar una y otra vez en las situaciones emergentes, de forma condicionada y no consciente.

Aquí es donde se puede mirar por posibles aplicaciones de las teorías de autoorganización: en el contexto de la necesidad de desestabilizar los paradigmas compartidos para dar oportunidad al cambio.

3.4.3 El papel de la creatividad

*Pienso 99 veces y nada descubro.
Dejo de pensar, immersiono en el silencio y la verdad
me es revelada.
Albert Eistein*

Creo propicio dedicar un apartado a la creatividad y repetir lo que se ha comentado en el apartado 2.3.2: en los sistemas lejos del equilibrio, el futuro se convierte en una construcción de los pasos por los que previamente ha pasado la dinámica del sistema. Es el determinismo frente a la construcción del futuro mediante la posibilidad del cambio creativo. Los sistemas dinámicos no están sometidos a una determinación rigurosa. “No tienen trayectorias singulares, sino haces de trayectorias” (Laszlo, 1988, pág. 19).

Al destacar la creatividad, propongo que la ciencia, más que simplemente dedicarse a explicar los fenómenos innovadores, debe estar implicada efectivamente en fomentar la evolución de los sistemas. Explícitamente, las ciencias sociales deben promover la creatividad para alcanzar la evolución humana. Para tal, se empezará por describir la relación entre la irreversibilidad del tiempo propuesta por Prigogine (1993, 1997) y la totalidad para así llegar a la creatividad.

La irreversibilidad del tiempo juega un papel constructivo porque constituye la forma necesaria para la evolución. Esta forma es la del entrelazamiento de todas las cosas que existen en el universo responsable de la complejidad. No hace falta recordar que la complejidad trata más de la naturaleza de estas relaciones cualitativas que de la cantidad de elementos.

Los sistemas complejos no permiten su análisis en última instancia porque no se pueden reducir a partes, ya que las partes constantemente se pliegan unas dentro de otras mediante la iteración y la realimentación. Según Briggs y Peat (1989, pág. 147), este es el verdadero sentido de la irreversibilidad.

La implicación de este hecho es muy importante para la descripción de un nuevo paradigma aportado por los sistemas complejos, el paradigma de la totalidad holística. Analizando un sistema, el hecho de aislar una relación entre dos elementos es una abstracción científica humana. En realidad, toda interacción es llevada a cabo dentro del sistema más grande. Lo que se puede preguntar es: ¿Dónde acaba el sistema más grande?. Por ejemplo, se puede pensar en una persona que interactúa con un grupo (y otras personas), que a su vez interactúa con un departamento (y otros grupos), que

interactúa con una empresa (y otros departamentos), que interactúa con una sociedad (y otras empresas), y así sucesivamente. Entonces se acabaría por concluir que el sistema más grande que se conoce es el propio universo y que este se constituye mediante las interacciones de todas sus partes, desde un planeta hasta una molécula. El sistema visto como una totalidad, también se bifurca, cambia, realiza interacciones y retroalimentación. Sus partes, a su vez, hacen lo mismo y los cambios de uno influyen dinámicamente en los cambios del otro. El sistema y, por extensión, todas sus partes siguen una dirección en el tiempo. El tiempo entonces representa la interacción holística del sistema.

Todo sistema complejo es una parte cambiante de una totalidad más vasta y la acumulación de totalidades cada vez más vastas lleva eventualmente al sistema dinámico más complejo de todos, el sistema que en definitiva abarca todo aquello a que aludimos con orden y caos: el universo mismo Briggs y Peat (pág. 148). Significa decir que todo y cualquier sistema está abierto al resto del universo. Cada sistema tiene su dinámica de cambios a través de bifurcaciones, pero esta dinámica está entrelazada con todos los subsistemas a los cuales interactúa, la dinámica del propio universo. En este sentido, el universo es una fuerza holística cuyo objetivo final es su propia evolución a través de la evolución de sus componentes, es autopoietico. Esta es la fuerza oculta por detrás de la autoorganización de la naturaleza.

Una de las mayores aportaciones indirectas de Prigogine a la epistemología es la proposición de que la ciencia trate el macrocosmos y el microcosmos sin separación, como uno sólo. El pensamiento científico tradicional trata la naturaleza como una jerarquía cuyo punto inicial es el átomo, constituyendo niveles cada vez más superiores a esta estructura hasta poder describir un ser vivo. Análogamente, cada nivel de descripción científica está construido sobre el precedente. En realidad, el paradigma complejo muestra que la naturaleza está constituida a través de hiperciclos de retroalimentación en todos los niveles, y no está estructurada de abajo arriba. “Cada nivel de descripción está implícito en otro e implica otro, necesitando una multiplicidad de niveles interconectados, ninguno de los cuales puede aspirar a la preeminencia” (Briggs y Peat, 1989, pág. 149).

Necesidad evoca potencial: la creatividad holística

El planteamiento defendido por Prigogine es que las leyes de la naturaleza no están predefinidas, sino que evolucionan a medida en que evoluciona la naturaleza. Bajo esta perspectiva, añado la idea de que la naturaleza posee un potencial ilimitado y que la *necesidad* consciente evoca este potencial a cada momento. La existencia de una necesidad no planteada

anteriormente provoca en el sistema bifurcaciones y amplificaciones, de donde emerge la innovación. Por este motivo, es necesario hacer las necesidades conscientes. En la naturaleza, la innovación es la creación de nuevas maneras de funcionar, nuevas “leyes”. Tanto es así que en el planeta tierra, la naturaleza existe mucho antes que los sistemas vivos. Cuesta imaginar como eran las “leyes” biológicas para los seres vivos antes de que siquiera existiesen. El nivel de organización “sistemas vivientes” produjo algo fundamentalmente nuevo, que no estaba presente en los elementos que constituían el nivel de organización anterior.

De acuerdo con esta discusión, se puede llegar a afirmar que la naturaleza tenía la *necesidad* de hacerse consciente, de manifestarse a través de una poderosa estructura de conciencia y esto ocurrió cuando el ser humano apareció a través de bifurcaciones y retroalimentaciones en el entorno caótico eminente. Apareció como forma del potencial creativo de la naturaleza. En este sentido, las ideas no son “creadas” por el ser humano, sino que son “manifestadas” por ellos. Somos la manifestación consciente de la naturaleza y como tal también podemos “crear” a partir de la necesidad. Cuando el ser humano vuelve consciente una necesidad, junto a ella está el potencial de concretizarla, de hacerla real. Las cosas no vienen *de* uno, sino *a través* de uno. Esta es la verdadera creatividad. Aquí es donde se relaciona la creatividad con la conciencia.

Lewin (1992, pág. 225) hace un comentario sobre la emergencia creativa en los sistemas autoorganizados:

La noción de emergencia, tan antitética en gran parte de la biología moderna, es el principal mensaje de la ciencia de la complejidad y su papel en el esclarecimiento de las pautas de la naturaleza. Emergencia de la dinámica autoorganizadora que, de ser cierta, obligará a una reformulación de la teoría darwinista. Emergencia de una creatividad en la dinámica de los sistemas complejos de la naturaleza que, de ser cierta, obligará a una revaloración del modo en que surge la complejidad. Emergencia del control dentro de los ecosistemas que, de ser cierta, implica la existencia de una “mano invisible” que aporta estabilidad desde el nivel más bajo al más elevado de la jerarquía ecológica y culmina en el propio universo. Y emergencia de un impulso inexorable hacia una complejidad cada vez mayor y hacia un procesamiento cada vez mayor de la información en la naturaleza que, de ser cierta, sugiere la evolución de una inteligencia lo suficientemente poderosa como para contemplarlo todo como inevitable. La vida, a todos los niveles, no es una maldita cosa

detrás de otra, sino el resultado de una dinámica interna, fundamental y común. En caso de que eso sea cierto.

La consecuencia de que se confirmen estas suposiciones la explica Norman Packard: “veríamos el mundo con más unidad” (Packard, 1992, pág. 225).

Todo lo que se ha estado hablando hasta ahora en este apartado hace ver que la creatividad de un grupo es simplemente una parte de la totalidad creativa del universo. La autoorganización es la manera que la naturaleza utiliza para hacer surgir la innovación de acuerdo con la necesidad evolutiva del universo. Y esto ocurre en todos los niveles, incluso en los grupos. La “mano invisible” citada por Lewin es, como ya se comentó, la fuerza oculta por detrás de la estabilidad holística y dinámica del universo. Es la energía que conecta todo lo que existe en el universo en forma no-lineal y permite la retroalimentación, las turbulencias, el aprendizaje, la innovación y la evolución. Según Yagan (1985), la energía es toda la existencia o cualquier aspecto de ella expresada como vibración en fenómenos, materia, sentimientos, movimientos, en espacio y tiempo. Casi todos los modelos de autoorganización citan esta energía oculta que lleva el sistema a autoorganizarse. Sin esta energía, no es posible la entropía negativa generadora de los estados lejos del equilibrio. Todo indica que las investigaciones de los próximos años estarán enfocadas a descifrar la naturaleza de esta fuerza y principalmente de vincularla con nuestra evolución.

Retrocedamos al concepto de creatividad holística, relacionada con la totalidad. Bajo esta perspectiva, la autoorganización de cualquier sistema existente se mueve para mantener vivo al sistema mayor, el universo. Si se mira la autoorganización de un sistema individualmente a partir de una visión reducida del todo, se puede llegar a creer que muchas veces no tiene sentido. El ejemplo más común es la muerte de una persona. Parece que es el contrario de la vida. O situando en el ámbito laboral, el despido o salida de algún integrante de un grupo, o el cierre de una empresa. Estos acontecimientos parecen paradójicos a primera vista con relación a evolución, pero todo es parte de la dinámica más grande. Si no hubiese el cambio (muerte, salida, cierre), no habría lugar ni oportunidad para la novedad creativa (otra vida, diversidad, evolución), que surge a través de los rizados de la retroalimentación.

Como conclusión, para que los grupos se autoorganicen, en primer lugar, ha de haber el proceso de toma de conciencia de sus necesidades reales. De esta forma, es posible evocar el potencial creativo en forma de acciones reales.

No cabe duda de que la evolución como totalidad es un proceso que tiene muchas y bruscas variaciones, pero en general a lo largo de los siglos y milenios, sigue su camino. Bajo este aspecto, el tiempo parece tener un papel importante en la evolución que se da mediante el equilibrio dinámico.

Infelizmente, se hace imposible reflejar en palabras toda la totalidad de las relaciones de la vida, por lo que nos centraremos en los patrones de los grupos. Sin embargo, se considera importante el hincapié realizado en que las estructuras que aquí se representan son simplemente una pequeña parte de todo lo que implica la evolución creativa.

3.4.4 Estudios sobre la complejidad de las organizaciones

En la literatura científica actual, se pueden encontrar varios trabajos en el ámbito de la investigación de las organizaciones bajo la perspectiva de la complejidad. Sin embargo son pocos los que están orientados al estudio de los grupos pequeños. Los estudios más precisos en esta dirección son los de Smith (1986) Smith y Gemmill (1991) y Smith y Comer (1994), que utilizan el paradigma de las estructuras disipativas para explicar la autoorganización de los grupos pequeños en las organizaciones. Estos estudios se verán en detalle en el subcapítulo 4.3 y servirán de base para el modelo teórico de grupos como estructuras disipativas.

La mayoría de los estudios sobre complejidad en las organizaciones se encuentran centrados en los procesos de cambio y de gestión. A pesar de que no hablan directamente de grupos pequeños de trabajo, es obvio que al considerar una organización como un sistema complejo, también sus elementos están implícitos en esta dinámica compleja. Gran parte de los conceptos utilizados para las organizaciones sirven para explicar el comportamiento de los grupos.

Brenda Zimmerman (1991a, 1991b, 1993; Zimmerman y Hurst, 1992) ha aportado una serie de estudios sobre la gestión estratégica y también interesantes discusiones sobre la cuestión del no-equilibrio en las organizaciones. Ha contrastado los modelos de gestión actuales con los modelos caóticos en varios sentidos. En primer lugar, la premisa de los modelos tradicionales de que las organizaciones son sistemas en equilibrio o que tienden a ello, en oposición al proceso dinámico de turbulencia-

fluctuaciones-bifurcaciones de los sistemas lejos del equilibrio, llamado “orden por fluctuaciones”. En segundo lugar, el determinismo y la reversibilidad de los modelos tradicionales, en los que para alcanzar un determinado objetivo (un estado final) basta con seguir unos pasos concretos y que el proceso contrario también es posible. El modelo complejo, al contrario, explicita la no-linealidad de la organización, fenómeno que vuelve imposible determinar o predecir el estado futuro del sistema y que los define, por lo tanto, como irreversibles.

La autora también destaca la importancia de la retroalimentación positiva de los sistemas caóticos, fundamentales para desestabilizar su organización y ofrecer la oportunidad de nuevas formas de actuar. Esta contrasta con la retroalimentación negativa del modelo de organización en equilibrio, que ameniza fluctuaciones en función de la estabilidad del sistema.

Zimmerman (1991b, 1993; Zimmerman y Hurst, 1992) también ha cuestionado el proceso de gestión de la incertidumbre según la visión de que esta no debe ser simplemente absorbida, sino que puede ser utilizada (y hasta ampliada) para resultar en procesos caóticos que lleven a la innovación y el desarrollo de la organización. Efectivamente, varios autores (Nonaka, 1988a, 1988b; Stacey, 1992; Goldstein, 1994) confirman que muchos directivos llegan a crear y utilizar las inestabilidades de la organización para poder introducir pequeños cambios o fluctuaciones que se amplifiquen hasta llegar el sistema al borde del caos. En otras palabras, crean crisis internas para poder promover el cambio a través de la desestructuración de la forma actual.

Otro tema estudiado por Zimmerman (1991b, 1993) y Nonaka (1988a) ha sido la diferencia existente en el trato de la información y sus significados entre las perspectivas tradicionales y la organización compleja. Los autores consideran que en este último planteamiento hay un cambio de perspectiva en la gestión de la información hacia el estímulo de la creación de significados en lugar del tradicional procesamiento de información.

De la misma forma, plantean que el conflicto puede ser utilizado para favorecer el cambio bajo una perspectiva positiva. En el contexto grupal, Daümling et al. (1982) propone que la evolución de los grupos pasa por los conflictos y soluciones de los mismos que puedan ocurrir internamente de manera continua en el grupo. La nueva perspectiva plantea incluso estimular el conflicto propositalmente dentro de la organización para mejorar los resultados de rendimiento, lo que implica que debe existir una gestión adecuada del conflicto.

Se pueden encontrar otros puntos de las cuestiones relacionadas con la gestión de la organización como un sistema complejo en los trabajos de Brown y Eisenhardt (1998), Goldstein (1994), Stacey (1991, 1992), Hurst (1995); específicamente sobre motivación en Guastello (1981, 1987, 1995) y Guastello et al. (1999); sobre procesos de toma de decisiones en Richards (1990); gestión de valores en García y Dolan (1997) y grupos de innovación en Cheng y Van de Ven (1996).

Leifer (1989) presenta un modelo de transformación organizacional basado en el paradigma disipativo en el que destaca las condiciones lejos del equilibrio como fundamentales para el posible surgimiento de nuevos estados. El autor propone un ciclo de aprendizaje organizacional constituido por 4 etapas:

- (i) el punto de singularidad, en el que la organización se da cuenta de que ha perdido la relevancia en el entorno, muchas veces mediante algún evento clave, como una huelga.
- (ii) transformación utilizando estrategias radicales, a través de una nueva visión que restablezca la integración sinérgica.
- (iii) actuación ineficiente y experimentación, que implica que la nueva estructura sea inefectiva al principio pero se vuelva eficaz con el aprendizaje en el tiempo.
- (iv) resíntesis, la situación final de estabilidad y equilibrio hasta el próximo ciclo.

El modelo de Leifer representa los ciclos de estabilidad-cambio-estabilidad proponiendo el desarrollo de una organización en función de su efectividad o no en el entorno.

3.5 Conclusión

Hasta aquí se ha llegado con el capítulo 3. Al final se ha recorrido el camino del estudio de los grupos desde sus primeras definiciones hasta poder vincularlos con los estudios de las dinámicas complejas. Sin embargo, el vínculo que se ha realizado es conceptual.

Después de definir los principales elementos de la ciencia de la complejidad y describir las teorías de la autoorganización, se ha seguido el

camino del estudio grupal desde la perspectiva tradicional hasta, a través de la teoría sistémica, poder conectar los conceptos actuales de “sistema” con el de “grupo”. Una vez clarificada la obvia representación de un grupo como sistema, se pudo comparar la terminología de grupo con la de autoorganización.

El trabajo no ha sido crear el vínculo real entre los dos, sino acercar los conceptos de dos ámbitos de conocimiento distintos. La realidad es sólo una, aunque se insista en llamarla por nombres diferentes.

Al explicar la dinámica grupal mediante una terminología de la complejidad, se ha añadido elementos conceptuales muy importantes para lo que sigue: los conceptos de paradigma compartido, de conciencia, totalidad, irreversibilidad y creatividad. Son importantes porque construyen la perspectiva en cuanto a observador, por lo menos durante esta investigación. La manera en la cual se desarrollarán los modelos de autoorganización para los grupos así como la propia observación empírica estarán marcados por esta perspectiva, este conjunto de elementos. Son el punto de partida y están integrados dentro de la visión de la complejidad.

Por último, se ha realizado un rápido paso por los trabajos que han contribuido en aportar más ideas a la perspectiva aquí abordada. Para cerrar la Parte I se dedicará el capítulo 4 a describir con detalles las características de los modelos que serán la base para los modelos de síntesis utilizados en el estudio empírico, cerrando el ciclo de relación entre los grupos pequeños de trabajo, las estructuras disipativas y la autopoiesis.

4 LOS GRUPOS DE TRABAJO PEQUEÑOS Y LOS MODELOS DE AUTOORGANIZACIÓN

*Dos locos hablaban:
–¡Dios me habló! –dijo uno.
–¡No hice tal cosa! –contestó el otro.
Anónimo*

4.1 Introducción

Durante los tres primeros capítulos, se ha hablado de complejidad, de autoorganización y de grupos de trabajo. A partir de ahora, el foco de atención estará centrado en la autoorganización de los grupos pequeños de trabajo bajo los modelos de las estructuras disipativas y de la autopoiesis.

A pesar de que el interés en las aplicaciones del paradigma de la autoorganización en las organizaciones es amplio, la investigación al nivel de grupos pequeños es escasa y limitada. Aunque que quizás no sea una experiencia muy común, los grupos sí pueden moverse desde estados primarios de identificación hacia fases maduras de trabajo donde se manifiestan la autonomía y la interdependencia (Smith y Gemmill, 1991).

Una obvia diferencia entre los sistemas químicos y físicos que se autoorganizan y los grupos con potencial de autoorganización es que el segundo es un sistema vivo consciente y el primero no. Mejor dicho, la diferencia realmente importante es el conjunto de aspectos psicosociales cognitivos conscientes y no conscientes de las personas que forman el grupo.

En el proceso de autoorganización grupal, al contrario de otros sistemas, influyen factores como la educación, la formación, la experiencia y el perfil psicológico de cada elemento y del propio grupo como entidad. Aunque se cumplan una serie de condiciones propicias a la autoorganización, estos elementos son el diferencial crítico entre el

potencial y el hecho real de la autoorganización. Además, influyen los factores externos, como la cultura empresarial y el tipo de liderazgo, como se presentará más adelante.

La dinámica autoorganizativa de un grupo pasa sin duda por la comunicación. Son las palabras, las señales y los mensajes los elementos formadores de los rizados de retroalimentación o hiperciclos que posibilitan la autoorganización. Para Prigogine, la idea de comunicación e información está íntimamente ligada con “el modo en que la conducta aleatoria conduce a un complejo acoplamiento de la retroalimentación y el orden espontáneo” (Briggs e Peat, 1989, pág. 138).

La comunicación resulta en acciones y actitudes que implican patrones de comportamiento. Dentro de las ciencias sociales, un patrón o pauta de conducta responde teóricamente a una ecuación no-lineal. No quiere decir que una ecuación agote la complejidad de dicho patrón, lo que sería un reduccionismo, sino que la ecuación no-lineal se refiere al patrón de conducta y no a la conducta misma.

Cuando se habla de no-linealidad, se suele decir que causa pequeñas generan efectos sorprendentes, pero no se destaca el hecho de que causas grandes puedan provocar pequeños efectos. Los grandes esfuerzos que se hacen para cambiar la cultura o valores organizacionales muchas veces no tienen ningún o poco éxito.

Lo que es cierto es que como parte central de los paradigmas de autoorganización está la relación entre orden y caos. El orden proporciona el mantenimiento de una condición viable del grupo, permitiendo el procesamiento de energía, información y recursos. El caos crea las oportunidades de aprendizaje y adaptabilidad y de esta manera preserva la viabilidad del sistema en condiciones de cambio. Los cambios en los grupos se realizan igualmente por procesos de turbulencia, amplificaciones y bifurcaciones.

En cada punto de bifurcación se presentan muchas posibilidades de futuro. Mediante los procesos de iteración y amplificación, el sistema escoge un futuro perdiendo las otras opciones para siempre. Y así la irreversibilidad del tiempo se hace real. Sin embargo, hay un aspecto a considerar. Cuando un sistema se estabiliza por retroalimentación, después de elegir una de las bifurcaciones, en efecto está representando las condiciones exactas del entorno en el momento de la bifurcación. La historia creativa del sistema se compone de esa mezcla de necesidad y azar. Por eso, “los sistemas suelen ser sensibles cerca de los lugares que constituyen la ‘memoria’ cristalizada de bifurcaciones pasadas” (Briggs y

Peat, 1989, pág. 145), o lo que es lo mismo, son sensibles a algunas informaciones que poseen el efecto de recrear aquellas bifurcaciones. Por ejemplo, en un país cuyo desarrollo económico ha implicado bifurcaciones de intensas tensiones e inseguridades, un simple rumor sobre la disminución de inversiones extranjeras puede movilizar los mercados hacia una crisis económica. “El tiempo es irreversible, pero capaz de recapitulaciones” (Briggs y Peat, 1989, pág. 145).

El paradigma newtoniano concibe un mundo cuantitativo, geométrico y determinista, no dejando paso a las cualidades y a las percepciones sensibles de los seres humanos. Ha creado una barrera entre el mundo de la vida y el mundo de la ciencia. Estos dos mundos se unen cada día más por la praxis, pero están separados por un abismo en lo que se refiere a la teoría (Koyré, 1968).

Existen varios contextos en los cuales el paradigma de la autoorganización puede aplicarse al grupo. El flujo de recursos, la distribución de poder, el procesamiento de información, etc. Todos tienen un aspecto en común que es la capacidad de reemplazar el orden antiguo por uno nuevo, o en otras palabras, de crear nuevas posibilidades de actuación.

4.2 Relación entre las estructuras disipativas y la autopoiesis

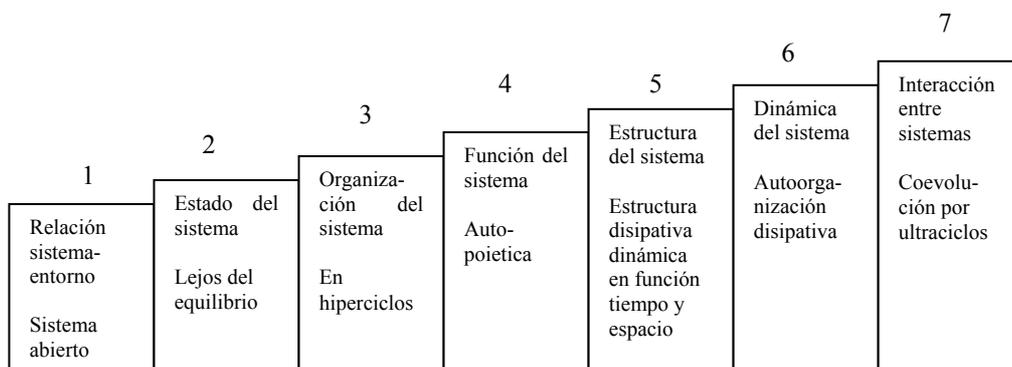
La elección de observar el comportamiento de los grupos pequeños de trabajo mediante dos perspectivas de autoorganización no se debe al acaso, sino a la íntima relación que las teorías de las estructuras disipativas y de la autopoiesis implican entre ellas. Esta íntima relación influyó para que Erich Jantsch (1980a, 1980b, 1981) propusiera un paradigma unificado al cual denominó “autoorganización disipativa”. En esta propuesta, además de considerar las estructuras disipativas y la autopoiesis, el autor incluye el papel de los hiperciclos catalíticos como organizadores de la dinámica del sistema.

Según Jantsch, la teoría de las estructuras disipativas no contempla los hiperciclos, a pesar de que considera la existencia de etapas autocatalíticas o de catálisis cruzada como prerrequisito esencial para la formación de las estructuras disipativas. El concepto de autopoiesis enfatiza la organización cíclica, pero no reconoce los hiperciclos y no se interesa por estructuras en

el tiempo y el espacio. Igualmente, el concepto de hiperciclos autorreproductores no contempla como los elementos del hiperciclo se unen en el tiempo y el espacio.

Según el punto de vista de Jantsch (1980b), todos estos conceptos están relacionados con diferentes aspectos del mismo fenómeno de la autoorganización disipativa y pueden ser ordenados a través de una serie de relaciones jerárquicas. En la Tabla 4 se presenta un esquema de las siete relaciones jerárquicas que componen el paradigma unificado de la autoorganización disipativa.

Tabla 4. Las siete relaciones jerárquicas de la autoorganización disipativa (adaptado libremente de Jantsch, 1980b).



El primer nivel jerárquico corresponde a la tradicional clasificación de la teoría sistémica en cuanto a la relación del sistema con su entorno. Definido por Ludwig Von Bertalanffy en los años treinta para los sistemas biológicos, considera que un sistema es cerrado si sólo permite el intercambio de energía con el medio, mientras que un sistema es abierto si además de la energía, comparte también flujos de materia. Existe aún una tercera clasificación de sistema aislado que no intercambia ni energía ni materia con su entorno. A pesar de que esta es una clasificación básica, Jantsch (1980b) considera que es demasiado genérica para caracterizar los sistemas vivos.

Como se ha presentado anteriormente, Prigogine desarrolló una nueva clasificación de sistemas basado en su estado de equilibrio termodinámico: en, cerca de y lejos del equilibrio. Los sistemas en y cerca del equilibrio tienden a eliminar las fluctuaciones que puedan haber llevado el sistema a

un estado de casi ningún intercambio con el entorno. Por otro lado, el estado lejos del equilibrio se caracteriza por mantener un flujo constante de intercambio con el entorno, donde uno es el responsable del mantenimiento del otro, en una relación de producción mutua.

El tercer nivel jerárquico se refiere al patrón de cómo están conectadas las interrelaciones entre los componentes, esto es, su organización. Como se ha visto, los sistemas complejos tienen organización no-lineal en forma de red y funcionan a través de rizos de retroalimentación. Estos son también llamados “hiperciclos” porque funcionan como bucles cerrados de procesos catalíticos en los que un elemento funciona como productor de sí mismo (autocatálisis) y/o de otro elemento (catálisis cruzada). Como se describe en el apartado 2.3.2 los hiperciclos se encierran unos dentro de otros formando varios niveles jerárquicos que son los generadores de la evolución.

El cuarto nivel jerárquico es la función del sistema que engloba todas las características de sus procesos en función del tiempo. En este sentido, el sistema puede ser alopoiético si su función es producir algo externo a él mismo, o autopoiético (o autorreferente) si su función es primariamente autorenovarse, como se ha presentado en el apartado 2.3.3.

La estructura compone el quinto nivel. No se trata simplemente de una estructura espacial (estática), sino que para integrar la idea de dinamismo, es una organización de procesos interactivos en función del tiempo y del espacio.

Jantsch (1980b) destaca el principio de cooperativismo evidente en el orden espacio-temporal de procesos interactivos. La estructura disipativa es responsable de ordenar los procesos con el fin de equilibrar la generación y la destrucción en la autopoiesis para que la auto-reproducción catalítica mantenga las piezas integradas.

El sexto punto en la jerarquía de la autoorganización disipativa es, finalmente, la propia dinámica total del sistema. En algunos sistemas mecánicos, esta dinámica puede encontrarse organizada desde el exterior y necesita el control de otro sistema o del entorno.

“Al contrario, la autoorganización no trata de control, sino de auto-expresión y simbiosis” (Jantsch, 1980b, pág. 84) del sistema en el cual esta se manifiesta. Jantsch considera un proceso de autoorganización *conservativa* cuando el sistema se mueve siempre hacia su equilibrio a través de rizos de retroalimentación negativos. Por otro lado, la autoorganización *disipativa* funciona por el principio de la generación del orden en un sistema lejos del equilibrio a través de la ampliación de las

fluctuaciones en momentos de inestabilidad del sistema hasta el surgimiento de nuevas formas o estructuras, como se ha discutido en el apartado 2.3.4.

El séptimo y último nivel representa la interacción entre sistemas. Una de las consecuencias de que los varios sistemas existentes en el universo estén interrelacionados unos con los otros es que la evolución de uno influye en la evolución del otro. Ballmer y Weizsäcker (1974) definen esta coevolución de varios sistemas como “ultraciclos”. El incremento de la complejidad de un sistema estimula un incremento correspondiente en la evolución del otro (Jantsch, 1980b) de forma que ambos resulten beneficiados.

En resumen, como figura en la Tabla 5, un sistema que funciona mediante la autoorganización disipativa es un sistema abierto con relación a su entorno, actúa lejos del equilibrio, está organizado por hiperciclos, tiene una función autopoietica, una estructura disipativa dinámica definida en el tiempo y el espacio, evoluciona mediante el surgimiento de nuevas formas y estructuras (por su naturaleza disipativa) y coevoluciona con otros sistemas por ultraciclos.

Por último, cabe decir que de acuerdo en cómo está formulada la evolución por el paradigma de la autoorganización disipativa, abarca prácticamente cualquier sistema existente, sea biológico, ecológico o social y aquí está su aportación a la evolución de los grupos.

Jantsch y Waddington (1976) van más lejos y dicen que no sólo los ecosistemas, el sistema Gaia (Margulis y Lovelock, 1974), los sistemas sociales, las civilizaciones y las culturas se autoorganizan disipativamente, sino también las ideas, los paradigmas, la ciencia, las religiones, nuestra autoimagen y la imagen que tenemos de nuestro papel en la evolución del universo.

Esta perspectiva es similar a la discusión que se ha introducido en el apartado 3.4.3 sobre la creatividad. El trabajo editado por Jantsch y Waddington relaciona este tipo de evolución disipativa con la conciencia como forma de analizar el comportamiento humano. Esta publicación y otras que hablan de la autoorganización de la conciencia como forma de la evolución humana (Wolinsky, 1994; Bennett, 1964; Grinberg-Zylberbaum, 1976, 1979, 1987; García, 1991; Ornstein, 1991, 1996) revelan que es correcto el pronóstico de que el futuro de la ciencia será una integración entre las llamadas ciencias “duras” como la física o la matemática, y los estudios más volcados a la mística científica del ser humano, en el sentido de la evolución de su conciencia.

Un segundo planteamiento que refuerza la relación entre las teorías de las estructuras disipativas y la autopoiesis es realizado por Capra (1996). En el modelo de este autor, hay tres criterios básicos para concebir cualquier ser vivo (Tabla 5). En primer lugar, el patrón de organización definido como la configuración de las relaciones que determina las características esenciales del sistema. Este patrón tiene la forma de red y se autorreproduce continuamente. La autopoiesis cumple este requisito, al ser un patrón de red en el que cada elemento participa de la producción de la propia red a la que pertenece.

Tabla 5. Los criterios clave de un sistema vivo (adaptado libremente de Capra, 1996).

Patrón de organización	Estructura	Proceso vital
Configuración de las relaciones que determinan las características esenciales del sistema	Corporeización física del patrón de organización del sistema	Actividad involucrada en la continua corporeización física del patrón de organización del sistema
Autopoiesis	Estructura disipativa	Cognición

El segundo criterio clave de los sistemas vivos es la estructura. Según Capra, consiste en la realización física del patrón de organización del sistema. Las estructuras disipativas representan este criterio, por lo que ofrecen una mezcla entre cambio y estabilidad estructural, permitiendo las varias estancias físicas del patrón de organización.

La autopoiesis enfatiza el cierre organizacional, mientras las estructuras disipativas destacan la apertura del sistema a los flujos de materia y energía. Un sistema que satisfaga las dos teorías es, en consecuencia, cerrado en cuanto a organización, pero abierto en cuanto a estructura. “La materia y la energía fluyen a través de él, pero el sistema mantiene una forma estable y lo hace de manera autónoma, a través de su autoorganización” (Capra, 1996, pág. 182).

El tercer aspecto del modelo son los procesos que permiten la relación entre el patrón y la estructura. Los procesos vitales se definen como la actividad involucrada en la continua realización física del patrón de organización del sistema. La cognición que representa los procesos vitales es también un *proceso* de conocimiento. De esta forma, el autor plantea que

la actividad organizadora de los seres vivos es una actividad mental, trascendiendo la separación tradicional entre mente y materia.

Ambos planteamientos vuelven obvia la íntima relación entre las dos teorías, de forma que en algunos momentos, sea difícil separar una de otra. En realidad, se complementan borrosamente, en diferentes grados. Para ayudar a la discusión, los próximos subcapítulos se dedicarán a presentar posibles modelos de aplicación de las teorías de las estructuras disipativas y de la autopoiesis a los grupos pequeños de trabajo.

4.3 Los grupos pequeños de trabajo como estructuras disipativas

Las estructuras disipativas aplicadas a las ciencias sociales o contienen un gran número de entidades interactuando, que involucran muchos individuos directamente (como en el caso de los *mass media*), o los individuos interactúan por medio de alguna restricción del entorno, como conductores que interactúan por la característica “finita” de la carretera, una población compitiendo por recursos naturales (Prigogine y Allen, 1982) o un grupo pequeño de trabajo interactuando dentro de los límites de una organización.

Hay muchas no-linealidades en los fenómenos sociales, donde un comportamiento puede extenderse rápidamente entre una población. Son sistemas no-lineales que funcionan lejos del equilibrio. En estos sistemas puede ocurrir la autoorganización, caracterizada por un patrón u organización (macroscópica) en una escala mucho más grande que la organización de un solo elemento de la dinámica. Es una propiedad del colectivo y no puede ser inferida mediante el estudio de los elementos aisladamente. “El todo se hace importante” (Prigogine y Allen, 1982, pág. 7).

La inestabilidad es lo que permite que, a través de fluctuaciones, haya creatividad cualitativa en la estructura, que puede estabilizarse a través de la retroalimentación. Contrasta con los frecuentes esfuerzos de buscar la estabilidad en los grupos sociales como señal de salud. En los grupos donde hay mucho control, no aparece novedad ni creatividad. Según Mandelbrot (1990), el aspecto central de la imaginación científica es el caos; la disciplina *mata* sencillamente la imaginación.

Sin embargo, un grupo puede pasar de estado estable a inestable y estable de nuevo en un proceso de metaestabilidad. En efecto, un sistema puede ser definido como metaestable, es decir, puede ser estable en algunos de sus elementos e inestable en otros. “Estabilidad e inestabilidad pueden coexistir en un sistema, a diferentes niveles” (Navarro, 2001, pág. 96). Un ejemplo de metaestabilidad es la de un ecosistema. Tiene un poder de integración que pocas perturbaciones pueden superar, transmitiendo la idea de estabilidad, pero existen cambios dramáticos, como la desaparición de especies.

Para establecer un primer modelo de las estructuras disipativas que servirá como base para el modelo de síntesis de la investigación empírica, se utilizarán muchos de los conceptos discutidos por Smith y Gemmill (1991), Smith y Comer (1994), Gemmil y Smith (1985) y Smith (1986).

El primer paso para que el grupo funcione efectivamente es un movimiento que le saque desde una posición de contracción o represión hacia un nuevo posicionamiento en el que pueda obtener un contacto más directo y realista con sus fronteras como grupo.

Jantsch (1980a, 1980b, 1981, 1982) estudió la aplicación del proceso de autoorganización bajo el paradigma de las estructuras disipativas para alcanzar el objetivo de acercar el grupo a sus límites perimétricos. El planteamiento de las estructuras disipativas es particularmente relevante en este aspecto por tratar con sistemas que atraviesan cambios de comportamiento y logran funcionar con mucha viabilidad bajo condiciones altamente turbulentas. La viabilidad se refiere a la capacidad del sistema de mantenerse a través de varias condiciones (Beer, 1985).

La dinámica de un grupo es un proceso de cambios continuos en el tiempo debido a la presencia simultánea de orden y caos en el sistema mayor al cual están vinculados. En este sentido, las estructuras disipativas identifican las condiciones y dan una pista sobre las características en las cuales el grupo obtiene viabilidad insertado en un entorno turbulento. Según Smith y Gemill (1991), estas características incluyen: apertura al desequilibrio, capacidad de romper estructuras anteriores, de experimentar, de autorreferenciarse y de reconstruir sus fronteras.

Nicolis y Prigogine (1977) identificaron el papel fundamental de ciertas características en la reestructuración de un sistema frente a un entorno caótico. Los nuevos regímenes de orden y estructura llevan al éxito del sistema a larga escala. Una de las características destacadas es el papel de las fluctuaciones para influir en el sistema y llevarlo a estados de

inestabilidad. La inestabilidad es capaz de crear oportunidades de movimiento del sistema hacia nuevas formas de comportamiento.

En la estructura disipativa, la nueva manera de actuar es una especie de orden fluida. El sistema se vuelve altamente experimental y puede llegar a amplificar la propia inestabilidad. La generación de nuevas estructuras internamente es un proceso autorreferencial y se opone a la búsqueda de referencias externas sobre cómo debe funcionar. Mediante la autorreferencia, el sistema vuelve a establecer sus fronteras perimétricas y así, como un todo o una unidad, se mueve hacia la nueva configuración donde se encuentra con mayor flujo de energía, información y recursos.

El hecho de establecer fronteras y moverse hacia una nueva posición no corresponde a entrar en el estado de equilibrio, sino que por ser una estructura disipativa significa que está funcionando lejos del equilibrio y puede mantener una sensibilidad para mejorar su capacidad de respuesta frente al entorno. Esto implica estar atento a cambios que le beneficien en el sentido de mejorar su procesamiento de energía, información y recursos existentes en el entorno turbulento, o en otras palabras, que le permitan seguir existiendo con viabilidad.

El objetivo de este subcapítulo es mostrar que las características principales de las estructuras disipativas pueden ofrecer un modelo para la viabilidad de los grupos pequeños en entornos caóticos.

En el apartado 3.3.3.2, se ha discutido el planteamiento de Lewin (1978) utilizando la teoría del campo en la dinámica de los grupos. El autor destaca el movimiento en tres fases estáticas de congelación, cambio y descongelación. La teoría de las estructuras disipativas añade la idea de que el grupo funcione de forma dinámica, es decir, “en-línea” con su turbulencia. El grupo, en lugar de encontrarse retraído con relación a sus fronteras, se mantiene muy cerca de ellas en una posición de *tensión atencional*, permitiendo la apertura a la turbulencia.

Con el término “fronteras” se refiere tanto a los límites individuales y colectivos como a los que existen entre el grupo y el ambiente externo. La apertura a la turbulencia permite el proceso continuo de experimentación para que el grupo pueda ajustarse con el fin de orientar y procesar la turbulencia de la mejor forma posible. Este ajuste resulta en la construcción de nuevos procesos y estructuras y es obtenido a partir del aprendizaje autorreferencial que se va acumulando en el sistema. En esta dinámica, la percepción y el procesamiento de la información por parte del grupo son fundamentales.

La capacidad de un grupo de percibir y procesar información en un entorno turbulento puede ser aumentada hasta el grado en que este funcione como una estructura disipativa. Si, como una estructura disipativa, el grupo se mantiene en-línea a su entorno, en lugar de protegerse y retraerse con relación a sus fronteras, y si otras características están presentes que ayuden al grupo a mantenerse en este estado, debe ocurrir una gran capacidad de procesamiento efectivo de información (Smith y Gemmill, 1991).

Para explorar la autoorganización desde una perspectiva de captación y procesamiento de información, se utilizará el concepto de paradigma compartido que ha sido discutido previamente en el apartado 2.4.2. Los paradigmas compartidos son los patrones de comportamiento que determinan el flujo de actuación de los elementos grupo en los eventos sociales en los cuales participa.

Los elementos clave de la autoorganización disipativa en grupos pequeños

Muchos estudios de cambio grupal hablan de la necesidad de alterar los paradigmas compartidos, aunque no se refieran a ellos con este nombre. El estancamiento del grupo que se refleja por la ineficiencia o inviabilidad tiene como base de sustentación creencias que afectan la comunicación efectiva, el compartir y procesar recursos e informaciones de manera eficaz. Para que haya el cambio, estas creencias que forman el paradigma compartido deben ser desafiadas. Hay varias maneras de que esto pase: a través de una intervención de una persona externa al grupo (como ocurre con consultores o con los grupos de ciclos de calidad), o mediante procesos autogenerados internamente en el grupo que pongan en discusión las opiniones válidas como ciertas hasta entonces.

El modelo de Jantsch (1980a), citado en Smith & Gemmil (1991) sobre la autoorganización disipativa ofrece elementos clave para discutir la importancia de romper los paradigmas compartidos para que el grupo funcione como una estructura disipativa y pueda crear oportunidades de autoorganización para el sistema. Dicho modelo se ve representado en la Figura 18.

Este modelo asume como premisa que el sistema es abierto. El punto de partida es un estado inicial de equilibrio (1), es decir, el grupo funciona a partir de sus paradigmas compartidos establecidos.

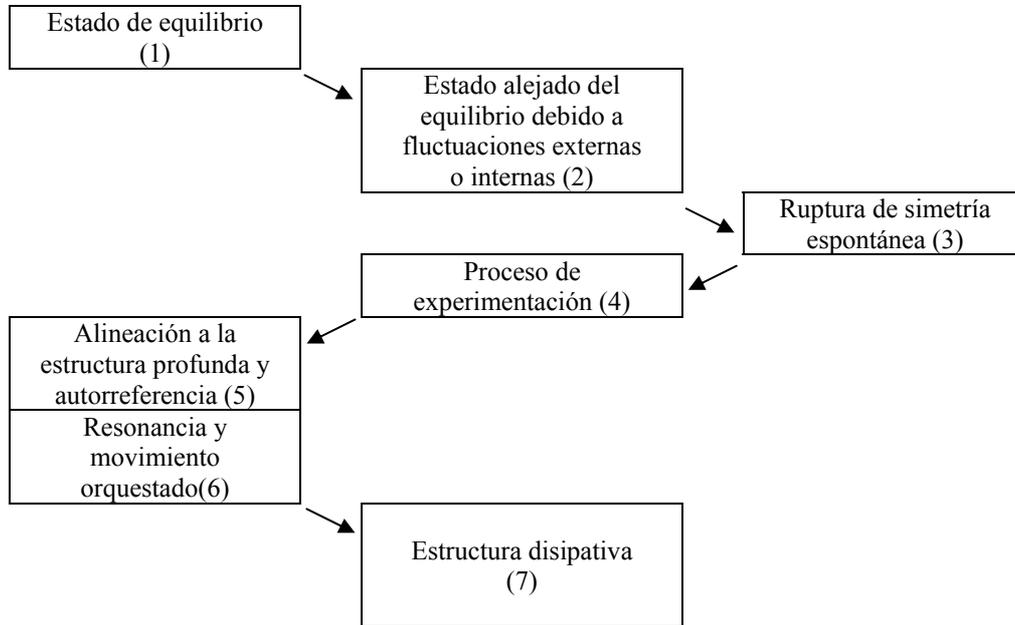


Figura 18. El modelo de autoorganización disipativa (adaptado libremente de Jantsch, 1980a).

Para llegar hasta el objetivo de que el grupo tenga una dinámica de estructura disipativa, el primer paso es (2) un movimiento hacia el desequilibrio. Para ello, el paradigma de la autoorganización a través de las estructuras disipativas requiere una apertura inicial a la inestabilidad. Es decir, el sistema debe permitir la acción de alguna fuerza (o combinación de fuerzas) sobre el sistema para crear una situación de desequilibrio que no sea reversible. Estas fuerzas responsables de generar inestabilidades no son sencillas de aplicar y reciben mucha resistencia justamente porque incomodan el equilibrio actual y no pasan fácilmente por las estructuras existentes.

Hofstadter (1990, pág. 75), al relacionar los fluidos con la creatividad humana, comenta que “bajos ciertas presiones, los conceptos de cierta forma preestablecidos pueden ‘deslizar’ hacia otro concepto relacionado, produciendo un cambio de perspectiva y hasta una nueva percepción”. Estos “deslizamientos creativos” por más obvios que puedan parecer a primera vista, rompen el paradigma compartido vigente. Las fuerzas que llevan a la

inestabilidad son fuentes de nueva información y energía sobre las cuales el sistema puede reestructurarse (Maruyama, 1962).

El grupo se volverá cada vez menos coherente con su entorno cuanto más resistencias ofrezca a estas fuerzas, y cuanto más continuas sean estas. La consecuencia final de la resistencia es la tendencia a su disolución, ya que el grupo estático (que no cambia) no puede ni resistir ni procesar la turbulencia a la cual atraviesa.

Un aspecto importante muy estudiado y destacado por Prigogine es la característica irreversible de los procesos disipativos. Siguiendo este principio, la condición de desequilibrio del grupo debe ser irreversible, o en otras palabras, debe ser lo suficiente severa para que no permita restablecer los parámetros de equilibrio originales. Este hecho refuerza la naturaleza discontinua y revolucionaria del cambio que debe ser alcanzado. Sin embargo, severidad y revolución no necesariamente significan grandeza en el tamaño, sino en impacto al nivel de influir en el grupo hacia en cambio de creencias y ruptura de paradigma debido a la no-linealidad.

En una situación de grupo, se pueden identificar varias fuerzas sociales que actúan para traer desequilibrio. Estas fuerzas pueden ser internas o externas al grupo. Internamente, la propia dinámica de comunicación y de relaciones entre los elementos produce turbulencia. Externamente, el grupo está en intercambio y negociación con muchas fuerzas sociales que contribuyen a su inestabilidad. En la Tabla 6, se presentan algunos ejemplos de estas fuerzas internas y externas.

Tabla 6. Fuerzas internas y externas que contribuyen a la inestabilidad (adaptado libremente de Smith y Gemmil, 1991).

Fuerzas Internas	Fuerzas Externas
Distribución de tareas	Sobrecarga de información
División de responsabilidades	Condiciones financieras
Dinámica de comunicación	Cambios rápidos de mercado
Dinámica interpersonal	Presión de la competencia
La historia psicológica única de cada elemento del grupo	Presión de los inversores

Estas son las fuerzas visibles y fácilmente identificables. Sin embargo, Smith y Gemmill hablan de fuerzas encubiertas que pueden llevar al

desequilibrio y que existen en todos los grupos. Los miembros del grupo poseen una sabiduría, conciencia u otra cosa que afecta la supuesta estabilidad del grupo. Al percibir que las defensas sociales existentes destruyen la efectividad, los miembros activarán las fuerzas de desestabilización. En forma de juego, conflicto o rebelión, los elementos traerán a la superficie paradojas y contradicciones.

El próximo paso es la ruptura espontánea de la simetría (3). Una vez que se consiga que el sistema funcione como una estructura disipativa actuando lejos del equilibrio, un comportamiento consciente natural es la posterior ruptura de las estructuras y relaciones existentes.

Se ha visto que en el mundo físico, las estructuras disipativas crean grados de libertad que permiten la formación de nuevas estructuras. Sin embargo, también en el medio físico biológico los sistemas poseen la tendencia inherente para volverse encadenados a una configuración particular (Haken, 1977). Estos sistemas limitan su ámbito de libertad hacia el movimiento y la reconfiguración revertiendo a una manera familiar y conocida de funcionamiento. Esta característica hace necesario que intervenga algún proceso de ruptura de simetría para contener la tendencia del sistema de reversión a los patrones antiguos y que sea posible el cambio disipativo.

Como se comentó anteriormente, las fuerzas que posibilitan la apertura al cambio del paradigma compartido del grupo no tienen por que ser de gran magnitud. La no-linealidad toma forma y actúa el efecto mariposa: la existencia de relaciones no coherentes, paradojas u otras inestabilidades hacen con que un pequeño incidente o ambigüedad sean suficientes para provocar la ruptura.

En otras palabras, la ruptura de simetría es una respuesta natural del sistema frente a condiciones alejadas del equilibrio. El propio proceso de ruptura empuja el sistema hacia el caos, oponiéndose a la tendencia autoprotectora de establecerse estáticamente en los patrones ya establecidos (el paradigma compartido) y creando así nuevos grados de libertad desde donde afloran nuevas formas de comportamiento. Comportamientos como la revuelta contra los líderes expuesta por Tuckman y Jensen (1977) son ejemplos de una ruptura de simetría que amplifica inestabilidades como respuesta del sistema frente a un desequilibrio inicial.

Muchas veces el paso inicial es visto como radical, pero tiene como resultado hacer al grupo reflexionar sobre la estructura existente y crear un espacio al desarrollo e internalización de nuevas formas de funcionar. La reflexión grupal es un proceso de internalización que desplaza el grupo

hacia sus fronteras, donde el cuestionamiento colectivo desestructura las creencias compartidas del paradigma que ya no es efectivo.

Las intervenciones de ruptura de simetría en los grupos pequeños encorajan a los elementos del grupo a cuestionar sus percepciones de las situaciones, sus patrones de interacción y procesamiento de información y sus suposiciones sobre autoridad. Efectivamente, los miembros del grupo urgen en cuestionar las maneras en cómo se relacionan con la autoridad externa y entre ellos mismos, para aceptar la información proveniente de sus interacciones que no estaban conscientes, y de desafiar sus propias maneras de ver la situación del grupo (Smith y Gemmill, 1991).

Normalmente, las empresas se sirven de elementos externos al grupo (consultores, auditores) para promover el cambio mediante la ruptura de simetría. En este caso, los elementos que pueda introducir un consultor actúan primariamente trayendo el desequilibrio al grupo: la intervención puede servir para desestabilizar el contexto en el que el grupo está trabajando. El poder de esta intervención en quebrar la simetría está en traer a la conciencia grupal o hacer que pongan atención consciente en las suposiciones o creencias principales que el grupo estaba manteniendo y trayendo a la superficie las necesidades reales del grupo.

Mirando desde esta perspectiva, no son las acciones del consultor las que realmente desestabilizan el paradigma compartido, sino la respuesta del grupo como unidad autorreferenciada al desequilibrio (éste sí provocado por la acción externa) amplificándolo mediante ciclos internos de retroalimentación. De aquí se concluye que la acción del consultor puede limitarse a la etapa de implantación del desequilibrio. A partir de aquí, aflora una especie de sabiduría colectiva en el grupo para promover el proceso de ruptura de simetría. Al romper las estructuras, el grupo asume la responsabilidad de observarse a sí mismo y eventualmente, autoorganizarse (Smith y Gemmill, 1991).

Una vez rota la estructura antigua, el siguiente movimiento (4) es un proceso de experimentación en el que el grupo explora una variedad de estructuras y relaciones alternativas. Se abre el abanico de nuevas posibilidades en forma de bifurcaciones. La experimentación se refiere a un comportamiento proactivo no necesariamente vinculado a metas específicas (Weick, 1977; Smith y Gemmill, 1991).

El grupo inserido en un entorno complejo y de cambios rápidos necesita de la experimentación para obtener diversidad de respuestas. La variedad es lo que aumentará la posibilidad de que nuevas estructuras se encajen en las condiciones encontradas en un entorno particular. (Ashby,

1960; Bronowski, 1970). Estudios realizados aplicando la teoría de la autoorganización disipativa para problemas como la información y el flujo de tráfico (Allen, 1982; Wilson, 1982; Carneiro, 1982; Beckman, 1982), advierten que el comportamiento experimental juega un papel importante en la emergencia de nuevas estructuras en las cuales el flujo de información y recursos es optimizado.

En un grupo, la experimentación se refleja por un comportamiento estimulante con altos grados de energía que impulsa el grupo hacia un estado de comprometimiento e interacción en sus fronteras. El grupo está colectivamente abierto a la creatividad, a nuevas iniciativas y a la asunción de riesgos. Sin embargo, obviamente dentro de una situación de experimentación de un grupo de trabajo en una empresa, en el que se proponen nuevas estructuras, procesos y comportamientos, es fundamental la existencia de condiciones de soporte internas y externas.

Condiciones externas como una cultura organizacional o un líder punitivos influyen negativamente en la creatividad e iniciativa, desanimando la sinergia grupal para innovar y asumir riesgos. Kirton (1989) presenta un interesante estudio donde indica que las organizaciones actuales son frecuentemente punitivas con los innovadores y los que asumen riesgos y más tolerantes con los que él define como adaptadores.

A parte de las condiciones externas impuestas por la organización o por el entorno laboral de mandos, los propios grupos poseen la tendencia de autoimponerse restricciones con respecto al comportamiento experimental de individuos que se alejan mucho a las normas del grupo. Según estudios de Cartwright y Zander (1968), el grupo aplica graves sanciones a los individuos que experimentan con un nuevo comportamiento o expresan nuevas ideas de forma muy diferente a las “aceptadas” internamente. Estos individuos aparecen como desviadores y su comportamiento es entendido por el grupo cohesionado como una forma de abandono. Si el comportamiento del innovador atraviesa el punto crítico del acuerdo superficial que mantiene la cohesión del grupo, conocido como el “juego de la familia feliz” (Laing, 1969; Goleman, 1995), él pasa a ser una amenaza para el equilibrio del grupo con la consecuencia de que corre el riesgo de volverse meta de proyecciones destructivas (Shapiro, 1985).

El hecho de que la experimentación sea frecuentemente desanimada por factores externos o internos al grupo resulta en dos consecuencias posibles: la primera es que el desequilibrio y la ruptura de simetría sean absorbidos por la autoridad externa que indique al grupo como debe actuar. El proceso de autoorganización es impedido por esta acción de control externo. La segunda posible consecuencia es que el desequilibrio y la

ruptura de simetría encorajen el comportamiento experimental y si hay las condiciones para que pueda realizarse de manera autorreferente, existe la posibilidad de la autoorganización disipativa.

Un aspecto muy importante para definir qué opción seguirá el grupo es, además de las condiciones organizacionales y del entorno, la manera en cómo el grupo responde frente a la ansiedad. Está claro que los procesos de desafiar los paradigmas compartidos y disolver la estructura a través de la ruptura de simetría son generadores de incertidumbre y ansiedad. Como presentado en el apartado 3.3.3.1, la cognición humana puede responder a la ansiedad con comportamientos condicionados y no conscientes de defensa frente a la percepción de una amenaza. El otro extremo es que el grupo tome conciencia de la situación de forma que la tensión generada por la ansiedad sea transformada en creatividad, en la propia experimentación consciente.

Esta etapa entre los puntos 4, 5 y 6 es crítica en el modelo porque aunque esté inserido en un entorno con alto grado de inestabilidad y con ruptura de simetría, la cantidad de comportamiento experimental en un grupo de trabajo es moderada por factores que ejercen un papel principal como los paradigmas personales de los miembros del grupo, el tipo de liderazgo y la dinámica cultural de la empresa.

Finalmente, para que el grupo funcione como una estructura disipativa, es necesario (5) el proceso de autorreferencia, a través del cual el grupo evalúa internamente las nuevas estructuras generadas y (6) la dinámica de resonancia y del movimiento orquestado del grupo “como un todo”. Este último paso involucra el restablecimiento de las fronteras perimétricas seguida de una gran habilidad por parte del grupo para funcionar en o muy cerca de estas fronteras.

La etapa (5) se refiere a la autorreferencia, la importancia de los procesos de alineación a la estructura más profunda del grupo. En este proceso, es necesario el mantenimiento de una fuente de referencia interna y profunda, como representante de los aprendizajes anteriores y de la evolución del sistema. En caso contrario, los sistemas podrían presentar una involución, reverter a una estructura menos sofisticada (Bronowski, 1970). Si un grupo funcionando como estructura disipativa se encuentra en medio de un proceso de cambio profundo y todos sus aprendizajes y estructuras anteriores estuviesen desmantelados, tendría pocas oportunidades para lograr obtener una condición de viabilidad tanto al buscar la simple adaptación al entorno como en una situación de transformación más intensa.

Este proceso de autorreferencia, en el que el sistema se vuelve hacia sí mismo en la búsqueda de su identidad y sabiduría, es necesario mientras

esté abierto a la turbulencia, de otra forma sería muy improbable la existencia de muchos sistemas sofisticados.

La autorreferencia es uno de los aspectos principales de la teoría de los organismos autopoieticos. El sistema que se autoorganiza debe mirar hacia sí mismo como punto de referencia desde donde accede su propia experimentación y entonces elegir las estructuras y procesos que desea reforzar (Smith y Gemmill, 1991). Contrasta con un sistema alopoietico, que miraría a un punto de referencia externo: a otro sistema, a otra autoridad o a la información de su entorno para buscar su identidad y estructura.

Con base en la literatura científica actual, no existe una respuesta adecuada sobre cuáles son las fuerzas que dirigen el mecanismo de estructuración durante la autoorganización. Lo que hay son propuestas de una fuerza unificada por detrás del proceso evolutivo de todo lo que existe para establecer una totalidad unificada cuyo proceso de evolución es latente, como fue discutido en el apartado 3.4.3.

Lo que es cierto es que las nuevas formas que emergen durante la autoorganización disipativa contienen gran cantidad de simetría y reflejan patrones matemáticos altamente sofisticados; claramente éstos no son el resultado de simples combinaciones aleatorias (Gleick, 1987; Briggs y Peat, 1989), sino que siguen una tendencia intrínseca hacia la evolución.

Las estructuras disipativas se caracterizan por una extrema sensibilidad a la turbulencia del entorno en el que están inseridas y poseen la capacidad inherente de “superar” esta turbulencia y utilizarla en su ventaja. En lugar de resistir a la turbulencia, la canaliza a través del sistema. La fuerza detrás de ella es capturada y utilizada para la evolución en un proceso de trasmutación de energía. El resultado es que la nueva estructura que se establece es más armoniosa con el entorno en el sentido de que ofrece mayor capacidad de respuesta creativa a las situaciones turbulentas de este entorno.

De todas formas, lo que importa es la existencia de la estructura profunda de autorreferencia como punto crucial para la lógica global del modelo. Cuando se rompen las estructuras más superficiales de un sistema durante el proceso de cambio, la estructura profunda sirve como mecanismo de ordenación. Trasladando esta situación al grupo, cuando se desmantela un paradigma compartido, debe persistir una estructura de referencia, por ejemplo, un sistema de valores, que guíe el grupo hacia las elecciones más adecuadas para el mantenimiento de su viabilidad. Normalmente, este punto de referencia está constituido por el propio aprendizaje del grupo y sus procesos evolutivos anteriores y representa un papel fundamental porque el

grupo está actuando de una forma altamente experimental mientras las estructuras externas se deshacen. Para que acontezca la autoorganización, el grupo necesita este punto de referencia *interna* porque la dependencia de una autoridad externa en un contexto de turbulencia sería destructivo y realizaría la función contraria al “*empowerment*”, el “*disempowerment*” (Smith y Gemmill, 1991), resultando en una extrema dependencia y vulnerabilidad.

En este punto es importante hacer una aclaración sobre la autorreferencia, en el sentido de que no se refiere al aislamiento egocéntrico del grupo con relación a su entorno. La autorreferencia debe llevar el sistema en dirección a una mayor interacción en sus fronteras y el hecho de que lo haga o no es fundamental para determinar la calidad de las decisiones del grupo.

Morgan (1986) presenta evidencias de que la autorreferencia egocéntrica no ayuda a mover el sistema hacia una mejor alienación o relación con otros sistemas del entorno. Esto sucede porque el egocentrismo significa que el grupo está demasiado preocupado con preservar su propia identidad definida de manera fija y restricta y que vea su supervivencia como dependiente de esta preservación. En este caso, estaría simplemente intentando mantener otro paradigma, que es una especie de limitación autoimpuesta sobre su identidad que impide la creación real de una estructura de calidad superior.

En el lado opuesto está la autorreferencia sistémica, en la que el grupo se ve en el contexto de sus relaciones con otros sistemas, involucrado en un proceso de interdependencia y coevolución. Con estas referencias, se vuelve hacia si mismo para elegir las estructuras óptimas para su evolución.

Así como el individuo egocéntrico descarta las informaciones del medio en función de su autoimagen creída, el grupo que no está volcado hacia sus interrelaciones con otros sistemas del entorno, no logra utilizar las informaciones del medio para su evolución. La transformación del grupo desde una etapa de autorreferencia egocéntrica hacia una etapa de autorreferencia sistémica es difícil de determinar, pero podría estar relacionado con el movimiento del grupo en dirección a una “fase de trabajo madura”, en el que la importancia de la cooperación destacaría el foco en la realización efectiva de los papeles y tareas del grupo (Bion, 1976).

Por último, está el papel de la resonancia, la reparación de las fronteras y del movimiento orquestado del grupo (6). En física, la resonancia es definida como una vibración energética que se provoca en un sistema oscilante cuando alcanzado por una onda mecánica de frecuencia

igual a una de sus frecuencias propias, o también como el refuerzo de la intensidad de una onda por la vibración de un sistema que tiene una frecuencia propia igual a la frecuencia de la onda. En otras palabras, es la transferencia de energía de un sistema oscilante para otro cuando la frecuencia del primero coincide con una de las frecuencias propias del segundo (Holanda Ferreira, 1999).

Es lo que ocurre por ejemplo con las ondas de los electrones para formar la luz de láser autorganizada (Haken, 1983). El impulso o *momentum* obtenido a través de la resonancia corresponde a una afinidad entre la fuerza activa y el sistema. Esta afinidad ocurre de manera natural y de alguna forma, el sistema “sabe” cuando una determinada estructura es internamente y externamente resonante. En ese caso, la estructura resonante obtiene soporte crítico del sistema y se estabiliza internamente.

En la situación grupal, este *momentum* debe ser obtenido a través de la amplificación de nuevas estructuras para el procesamiento de información y energía mediante procesos de experimentación y autorreferencia. Para eso, el grupo necesita sentir *afinidad* con las nuevas estructuras emergentes. Como la dinámica turbulenta realiza la desestructuración previa de las estructuras antiguas, también es necesario que las fronteras se reconstruyan continuamente y que el grupo, mediante la afinidad que sienta con la innovación, se mueva como una unidad hacia esta nueva manera de funcionamiento.

Sin embargo, las estructuras organizadas no son suficientes para que el grupo comparta la información y los recursos efectivamente. Son necesarias relaciones mutuas y fuertes entre los miembros del grupo, especialmente en los casos en los que existe un alto grado de apertura en las fronteras y donde se requiere flexibilidad e innovación (Aldefer, 1976). La resonancia implica la presencia de algunos arreglos estructurales mínimos para compartir recursos e información, y suficientes lazos emocionales entre los elementos del grupo (Shepard, 1984).

La literatura sobre grupos destaca la existencia de lazos emocionales y mutualidad, es decir, el dar y recibir, entre los miembros del grupo. La calidad de las relaciones interpersonales y la eficacia de las estructuras grupales son elementos clave en la mayoría de las teorías de desarrollo grupal (Gibb y Gibb, 1971).

En un entorno lejos del equilibrio, la mutualidad y los vínculos interpersonales son constantemente desafiados por la ruptura de paradigmas y el movimiento de las fronteras, generando ansiedad. Sin embargo, puede volverse una fuerza positiva porque el proceso turbulento de cambio puede

promover la mutualidad reforzando los vínculos mediante el proceso de compartir emociones como el miedo y la ansiedad, y compartir la búsqueda conjunta de soluciones.

Smith y Gemmill (1991) y Smith y Comer (1994) destacan que en condiciones turbulentas y cuando los paradigmas compartidos han sido perturbados, los grupos que utilizan ruptura de simetría, experimentación, autorreferencia sistemática y resonancia deben ser más efectivos que grupos que no presentan una o más de estas características. Las diferencias en los grados en que se presentan estas características se deben reflejar en diferencias de efectividad y los cambios en las variables de la autoorganización disipativa, observada durante algún tiempo y dentro de condiciones lejos del equilibrio, deben ser asociadas con los cambios en la efectividad del grupo.

4.4 Los grupos pequeños de trabajo como organismos autopoieticos

En el apartado 2.3.3 se presentó que una unidad autopoietica es una entidad distinguida de su entorno por el observador, que la ve como un todo. También puede que la vea en forma de una unidad compuesta, mediante la especificación de sus componentes. También se ha visto que un sistema autopoietico es una unidad concebida por una organización cerrada o clausura de procesos de producción de forma que (Zeleny, 1981a):

- (a) la misma organización de procesos es generada a través de la interacción de sus propios productos (componentes) y
- (b) un perímetro topológico emerge como resultado de los mismos procesos constitutivos.

Interesa verificar como se producen estos procesos en un grupo pequeño de trabajo a fin de caracterizar el grupo como un organismo autopoietico. No se ha podido encontrar referencias sobre estudios realizados bajo esta perspectiva, o sea, estudios sobre el comportamiento autopoietico de grupos pequeños de trabajo. Lo que se va a hacer es echar un vistazo a lo que varios autores consideran como las principales características de los organismos autopoieticos de forma que se pueda llegar a una conclusión aplicable al objetivo de este estudio.

En sus trabajos más recientes, publicados separadamente, tanto Maturana como Varela añaden pequeñas nuevas interpretaciones al concepto de “autopoiesis”. La autopoiesis es la teoría de autoorganización de los organismos vivos y como tal, Maturana (1981, pág. 33) resume cuatro características básicas de estos organismos:

- (i) La autopoiesis que ocurre en el espacio físico es la condición necesaria y suficiente para hacer de un sistema un sistema vivo y una *unidad autónoma*.
- (ii) Un fenómeno es biológico si su concepción incluye la concepción de la autopoiesis de por lo menos un sistema vivo.
- (iii) A pesar de que todo lo que ocurre en un sistema vivo ocurre a través de la concepción de su autopoiesis determinada por la estructura, la ocurrencia actual de cualquier fenómeno biológico es siempre una función de las contingencias históricas bajo las cuales los sistemas vivos que lo forman realizan su autopoiesis.
- (iv) Cualquier fenómeno que pueda estar involucrado en la autopoiesis de un organismo puede participar sin contradicción en el dominio del fenómeno biológico.

Varela, a su vez, se traslada desde el pensamiento orientado al proceso hasta el pensamiento orientado a la estructura (Zeleny, 1981b). El autor define dos propiedades básicas de los procesos autopoieticos (Varela, 1981):

- (i) La *autonomía* es la característica básica del individuo vivo y su mecanismo de *identidad*. El vínculo entre las relaciones de definición dentro de la organización de un sistema y su identidad en el dominio en el que existen los componentes está en la base de la fenomenología de autonomía.
- (ii) La segunda característica es la conexión entre la autonomía unitaria y la recursividad indefinida o *naturaleza circular* de la organización autopoietica.

Esta naturaleza circular corresponde al proceso de auto-producción mediante la concatenación circular de procesos. Esta secuencia recursiva tiene coherencia solamente por la naturaleza independiente de los procesos que la establecen.

Varela diferencia los conceptos de “autopoiesis” y de “organización cerrada” o “clausura”. Según Zeleny (1981a), una organización cerrada es justamente lo que se acaba de describir: “una organización en particular (circular) de procesos que dependen recursivamente los unos de los otros para su mantenimiento y realización formando un cierre recursivo”. Según

Varela (1981), la autopoiesis es un caso particular de una clase u organización mayor definida a través de la recursividad indefinida de relaciones de componentes, la organización cerrada. Es importante percibir que el “cierre” bajo este contexto no tiene ninguna relación con la definición de “sistema cerrado” de la teoría sistémica. Se refiere a los bucles de retroalimentación que se encierran los unos sobre los otros.

Zeleny (1981b) describe dos características que considera fundamentales sobre los organismos autopoieticos:

- (i) *la organización circular*: la organización autopoietica es caracterizada por la circularidad e interdependencia de los procesos de producción de componentes.
- (ii) *el estado del sistema*: puede haber una variedad de tipos intermediarios de sistemas en los que la organización autopoietica es un fenómeno corto, transitorio o alternante. Un sistema esencialmente alopoiético obtiene organización autopoietica (autonomía) por poco tiempo, pero siendo incapaz de mantenerlo por causa de condiciones desfavorables prevalecientes, vuelve a su existencia alopoiética.

Lo que se detecta es el énfasis de los tres autores en dos aspectos: la unidad autónoma (y su concepción topológica) y la organización circular autorreferente de los organismos autopoieticos.

Existen algunos modelos de la autopoiesis aplicada a las organizaciones. El primero es llamado “Modelo de Autopoiesis APL”, es un modelo mínimo constituido por tres elementos: producción, perímetro y desintegración (Varela, Maturana y Uribe, 1974; Zeleny, 1977, 1978, 1981a).

En este modelo, los tres procesos (producción, perímetro y desintegración) son posibles debido a las propiedades específicas de los componentes que se mueven aleatoriamente en una reja bidimensional. Estos procesos determinan las interacciones que ocurren en el espacio de los componentes. El ejemplo más sencillo de estos tres procesos actuando y generando el cierre organizacional es cuando cada proceso es dependiente de los productos del otro proceso para mantenerse a sí mismo. Es un proceso de producción → desintegración → producción. Sin embargo, es necesaria la existencia de los tres procesos concatenados de forma circular para que surja el estado autopoietico, como muestra la Figura 19.

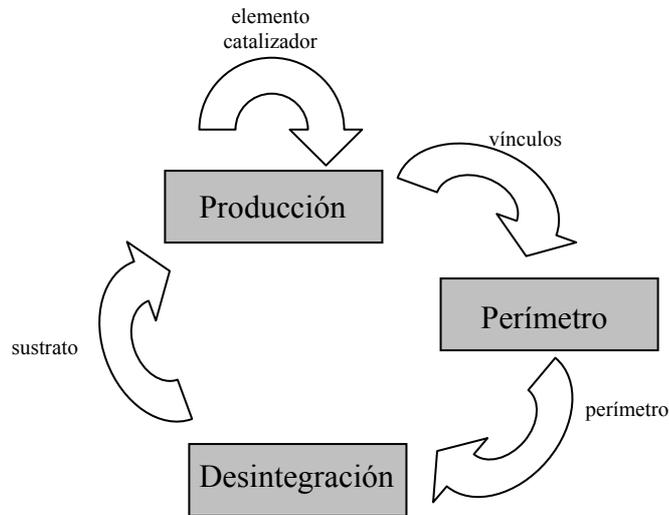


Figura 19. Modelo de autopoiesis APL (adaptado libremente de Zeleny, 1981a).

El proceso de producción “produce” el elemento catalizador que necesita y los vínculos necesarios para que se concrete el perímetro topológico. El perímetro proporciona el material necesario para la desintegración. La desintegración de los vínculos en dos unidades proporciona el sustrato necesario para la producción.

El proceso de producción es cualquier proceso de síntesis, transformación o destrucción realizado en el espacio de los componentes. Un ejemplo es la desintegración de macrocomponentes, que produce sustratos sobre los cuales pueden actuar otros procesos (Zeleny, 1981a).

Si las tasas de desintegración son muy altas, no dará margen a formar los vínculos que establecen un perímetro topológico viable. Por otro lado, si son muy lentas, el perímetro corre el riesgo de estancarse y no completar el ciclo que permite una nueva desintegración. La dinámica debe ser armoniosa para permitir la evolución del sistema a través de la circularidad autorreferencial.

Por la observación de este modelo a través de simulaciones de ordenador, Zeleny (1981a) menciona que a pesar del movimiento aleatorio de los componentes, el espacio bidimensional se vuelve progresivamente estructurado, “deformado”, y los procesos (que son controlados por un generador de números aleatorios) no se dan de forma aleatoria, sino que se vuelven restringidos en el tiempo y en el espacio, se vuelven “canalizados”

y predecibles macroscopicamente, es decir, en su totalidad, pero no microscópicamente.

Para estudiar los procesos de resistencia al cambio en una organización, Goldstein (1988) presenta un segundo modelo de autorreferencia mediante bucles cerrados de retroalimentación conteniendo elementos como la identidad, el entorno, el comportamiento y las asunciones, como muestra la Figura 20.

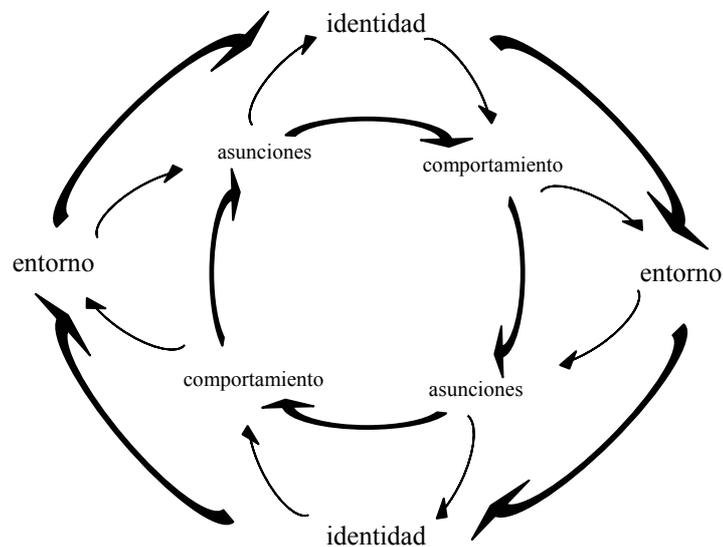


Figura 20. El modelo de organización autorreferencial de Goldstein (adaptado libremente de Goldstein, 1988).

La identidad es el elemento principal de este modelo; no sólo influye en cómo el entorno es percibido, sino que es el motivo primario de la autoorganización del sistema. El ciclo cerrado entre asunciones y comportamiento significa que las asunciones llevan a determinados patrones de comportamiento que por su vez reafirman las asunciones iniciales, formando la identidad. Igualmente, la proyección de la identidad en el entorno hace que esta identidad sea reafirmada. En este modelo, las profecías se autocumplen.

Morgan (1986) utiliza el concepto de “autopoiesis” como metáfora para ver las organizaciones como organismos que buscan continuamente una forma de funcionamiento autorreferencial, es decir, una “organización cerrada” que interactúa con el entorno para fortalecer su identidad. Para el autor, una organización como organismo autopoietico posee las siguientes características:

- (i) Cierre autorreferencial y egocentrismo parcial: Las organizaciones utilizan los mecanismos circulares de autorreferencia para mantener su estructura y organización, sin embargo, la interacción con el entorno es una forma de proyección externa de su identidad, a fin de reforzarla, reproducirla y preservarla.
- (ii) Egocentrismo parcial: El egocentrismo parcial corresponde a esta priorización de la identidad por sus propios procesos, pero sin dejar de utilizar el entorno como un espejo donde puede identificar posibilidades de evolución.
- (iii) Evolución autorreflexiva: El resultado de los dos primeros procesos es la evolución del sistema, basada en la autorreferencia de la identidad con relación al entorno.

El traslado del concepto de “autopoiesis” para describir el comportamiento de grupos es fuente de muchas discusiones. Capra (1996) y Staubmann (1997), comentan que existe un desacuerdo considerable en si los mecanismos generativos de los sistemas vivos pueden también ser aplicados a los sistemas sociales.

Varela tiene una opinión interesante con relación a la utilización del concepto de “autopoiesis” para describir dinámicas sociales. Como la autopoiesis está basada en la idea de producción de componentes, el autor cree que los eventos sociales son mejor capturados por operaciones diferentes que la producción. Varela (1981), afirma que los sistemas sociales son unidades autónomas, pero con un cierre organizacional caracterizado en términos de relaciones como instrucciones y acuerdos lingüísticos; la principal diferencia es el *tipo* de relaciones de definición.

Pero no sólo eso, sino que también en el momento de trasladar el concepto de autopoiesis a otros campos que no sean células y animales, se debe realizar una cuidadosa distinción entre el concepto particular de “autopoiesis” y “producción” y el concepto general de “cierre organizacional”. Al no hacerlo, se corre el riesgo de utilizar la noción de “autopoiesis” simplemente como una metáfora, lo que implica la pérdida de su capacidad explicativa.

Bajo esta perspectiva y cuando se apliquen los conceptos de “autopoiesis” para eventos sociales como las dinámicas de los grupos, Varela recomienda que es más eficiente considerar simplemente el énfasis en la *autonomía* y en la *autorreferencia* o recursividad indefinida, y establecer subclases de sistemas con cierre organizacional para describir el dominio de la dinámica que se está observando.

Hay otro buen argumento para seguir esta recomendación. Primero de todo, siempre hay que tener en cuenta que la teoría autopoietica está formulada en base a los organismos vivos, en especial los moleculares y celulares. Al transportar la teoría a un grupo de trabajo autopoietico, se debe cuidar algunos aspectos. En primer lugar, un organismo autopoietico vivo como una célula puede ser identificado como unidad en la dimensión de referencia de sus componentes, que es la dimensión física. Físicamente, la célula está definida como una unidad autónoma por un perímetro membranoso. El propio hombre puede ser identificado como unidad autopoietica en la dimensión física a través de los límites de su cuerpo, pero ya sus procesos mentales, cognitivos y de conciencia se escapan a esta dimensión. De la misma forma, en la dimensión física no vemos la unidad autónoma llamada “grupo” porque esta se genera en otra dimensión o espacio.

Maturana y Varela (1980) hacían hincapié en los riesgos en el momento de aplicar la autopoiesis a otros sistemas, porque el reconocimiento de un sistema autopoietico por parte del observador representa una cuestión cognitiva con dos peligros: que el observador distinga la unidad en un espacio distinto al que ella pertenece, y que debido a la naturaleza de su propia organización autopoietica (del observador), no sea capaz de interactuar en el espacio que define la unidad autopoietica, ni de especificar las dimensiones perceptivas apropiadas a la observación.

Como el observador es humano, así como los componentes del grupo, no hay problemas con relación al segundo punto. Sin embargo, hay que poner mucha atención en la definición del espacio o dimensión en el que el grupo representa la unidad autopoietica. Es decir, no se puede analizar la autopoiesis del grupo en el espacio o dimensión física porque él está constituido como autopoietico en otro espacio o dimensión.

Así que se interponen dos cuestiones: ¿Cuál es el espacio o dimensión que define la unidad del grupo? Y antes: ¿Es el grupo una unidad autopoietica?

La respuesta a la segunda pregunta ya se comentó previamente cuando se habló de los estados del sistema autopoietico. Un grupo puede tener fases

transitorias de organización autopoietica (autonomía y organización cerrada) y alopoietica (dependencia y organización abierta), de acuerdo con las condiciones favorables o desfavorables, de forma que siempre buscará el estado autopoietico para su propia supervivencia.

La respuesta a la primera pregunta es discutible. Está claro que un grupo no está constituido como unidad autopoietica autónoma en el espacio físico, así que hay que buscar otra dimensión. Luhmann (1990, pág. 3) argumenta que “los sistemas sociales representados como sistemas autopoieticos utilizan la comunicación como modo particular de reproducción autopoietica”. Sus elementos son las comunicaciones que son producidas y reproducidas recursivamente por una red de comunicación y que no pueden existir fuera de esta red.

En la dinámica del grupo, los pensamientos e ideas de los elementos surgen de una constante retroalimentación, son autocreados y autorrenovados por la organización cerrada en forma de bucles de retroalimentación y también por el flujo externo de pensamientos de otras personas que han influido sobre ellos, siendo estos internos al grupo o no. “La individualidad de una persona del grupo es parte de un movimiento colectivo que tiene la retroalimentación en sus raíces” (Briggs y Peat, 1989, pág. 154).

En el subcapítulo 3.2 se ha dicho que lo que caracteriza un grupo como tal es la interdependencia cualitativa e interacciones entre los elementos componentes. También la conciencia de pertenencia y la existencia de una acción realizada conjuntamente. Básicamente estos componentes llevan a lo que se ha definido como el paradigma compartido del grupo, la red de patrones de comportamiento frente a las situaciones que pueden ocurrir internamente proporcionada por las perturbaciones del entorno externo. De esta forma, se puede decir que los componentes que un grupo autopoietico produce para preservar su identidad y su unidad autónoma son los patrones que forman el paradigma compartido. El patrón se forma por los bucles de retroalimentación entre las informaciones que son aceptadas por el grupo para fortalecer el paradigma y aquellas que son selectivamente ignoradas porque amenazarían el mismo paradigma. Esto significa que posee una organización cerrada de procesos de producción de componentes (los patrones) cuyo objetivo es mantener su propia organización (la red de interacciones) y su identidad como unidad autónoma (el grupo), que corresponde a la definición del proceso autopoietico.

Lo que faltaría finalmente para afirmar que un grupo es un organismo autopoietico es delimitar el perímetro topológico emergente como resultado de los procesos constitutivos.

Los procesos de organización cerrada deben estar definidos en el mismo espacio de los procesos de producción de componentes que forman el grupo como unidad. Solamente si estos procesos definen un perímetro topológico en el mismo dominio o espacio, el organismo es autopoietico. Este perímetro es diferente de una membrana o un cuerpo físico y su reconocimiento por parte del observador requiere conjuntos de criterios diferentes, apropiados al dominio en cuestión. Zeleny (1981) defiende que el dominio de las interacciones sociales, la coexistencia e intercalamiento de organizaciones autopoieticas, alopoeiticas y heteropoeiticas (una concatenación particular de procesos de producción montados por los hombres a través de un diseño con un propósito específico, sin vida), vuelve más difícil la identificación y separación de lo que es una unidad en el espacio físico. La misma idea sirve para la distinción de una unidad en otro espacio.

Además, la “autonomía” es un concepto subjetivo que depende del observador. En general, todos los organismos autopoieticos pueden ser vistos (siempre desde la perspectiva del observador) como siendo controlados dentro de un sistema mayor al cual constituyen.

En este estudio, consideramos que la dimensión en la que se constituye el grupo como organismo autopoietico se da en función del espacio sobre el cual se establecen los paradigmas compartidos o patrones de comportamiento. El observador debe considerar esta dimensión para poder observar el grupo desde la perspectiva de que éste es un organismo autopoietico.

Con el fin de sintetizar este apartado, presentamos una definición de “grupo autopoietico” basado en tres aspectos principales:

1. Autorreferencia: Organización cerrada de procesos de producción

La organización del grupo depende de los procesos de producción en forma de recursividad circular cerrada para que se pueda mantener y existir como organización autopoietica. Las retroalimentaciones de los comportamientos son internas al grupo, autorreferenciadas y autoproducidas.

Como un grupo autopoietico, por definición, no puede tener interacciones que no especifiquen su propia organización, las interacciones que ocurren con el entorno son consideradas como proyecciones de la identidad del grupo, cuyo objetivo principal es autorreproducir esta misma identidad.

2. Producción interna (autorreferenciada) de una unidad autónoma.

Significa que el grupo se mueve como un todo. El objetivo de un grupo es mantener su organización interna y su identidad, de manera que pueda ser distinguida como unidad diferente de las otras estructuras de su entorno. Los bucles cerrados de retroalimentación autorreferencial que ocurren dentro del grupo por las relaciones de proyección de identidad con relación al entorno y los patrones de comportamiento que se mantienen internamente se refuerzan mutuamente, hasta un momento que estos vínculos sean tan fuertes como para llegar a establecer una unidad autónoma.

3. Evolución autocentrada

Todos los procesos de cambio y desarrollo del grupo son la evolución de su identidad con relación al entorno. La unidad grupo, que está formada por una organización cerrada de procesos de producción de componentes y que forma un organismo que se mueve como un todo, evoluciona mediante la proyección de su autoidentidad en el entorno. El entorno, entonces, funciona como un espejo donde el grupo se mira para detectar posibles oportunidades de desarrollo y para fortalecer su autoimagen. La evolución autocentrada es la consecuencia de la autorreferencia y de la unidad autónoma.

4.5 Conclusión

Antes de partir a la investigación empírica, cabe realizar un pequeño resumen sobre las características más importantes de la autoorganización de los grupos pequeños a fin de concluir toda la teoría expuesta hasta aquí.

Un sistema en equilibrio no es creativo. Un sistema en condiciones alejadas del equilibrio recibe información en forma de fluctuaciones, tiene el potencial de bifurcarse, amplificarse y autoorganizarse.

Un sistema químico o físico en estas situaciones no posee factores psicosociológicos cognitivos que impidan la autoorganización, pero los sistemas humanos y por extensión los grupos sí. Siendo un grupo una extensión de la naturaleza, posee la capacidad de autoorganización, pero

ésta está limitada por muchos factores, en los que se destacan las barreras impuestas por los paradigmas compartidos, que filtran muchas informaciones necesarias para el proceso de autoorganización.

En la naturaleza, el azar existente en el entorno produce nuevas situaciones que influyen en que bifurcación la elegirá y amplificará el sistema. De esta manera, provoca la emergencia de una respuesta creativa por parte del sistema frente a estas nuevas situaciones. La creatividad emerge de la situación de incertidumbre con relación al futuro.

En una situación grupal, la incertidumbre frente a una situación genera ansiedad porque es percibida como una posible amenaza. La ansiedad tiende a ser combatida por mecanismos de defensa no conscientes, que forman el paradigma compartido, seleccionando la atención del grupo hacia una dirección y no otra, normalmente la que refuerza el paradigma y provoca una sensación de seguridad. Se crean entonces puntos ciegos de percepción de la información necesaria para generar las inestabilidades que podrían provocar la autoorganización. Como consecuencia, el grupo puede no percibir sus necesidades reales.

Las informaciones no percibidas en los puntos ciegos son importantes para el aprendizaje y evolución del grupo. La experiencia me lleva a la hipótesis de que una manera de abrir la percepción grupal a estas informaciones es promover el proceso de toma de conciencia autorreferente respecto a esta situación. Con conciencia autorreferente se quiere decir que no se trata de una situación de causa-efecto lineal, en la que las causas son promovidas por elementos externos y los efectos son respuestas condicionadas del grupo a estas causas. Sino que consiste en una dinámica interna al grupo, en la que el propio grupo toma conciencia de las barreras autocreadas como defensa para evitar la ansiedad que le supondría pasar por etapas de turbulencia e inestabilidades. Sin esta conciencia autorreferente, el grupo podría funcionar condicionado a defender sus paradigmas compartidos por largos períodos de tiempo, lo que sería un impedimento para su autoorganización.

La necesidad de desestabilizar los paradigmas compartidos para dar oportunidad al cambio creativo es el ámbito en el que se pueden mirar las aplicaciones de las teorías de la autoorganización.

La ruptura de creencias y valores que mantienen el paradigma abre la percepción de la atención del grupo hacia nuevas necesidades aportadas por la nueva información. La identificación consciente de necesidades no planteadas anteriormente evoca el potencial creativo para aquella necesidad.

Al volver consciente una necesidad, el grupo se autoorganiza en dirección a la innovación y a su evolución.

Se establece una creación a partir de la necesidad, partiendo de la apertura de percepción que provoca inestabilidades, bifurcaciones y amplificaciones hasta el surgimiento de una nueva estructura apta para la necesidad detectada.

La creatividad a través de la conciencia es una fuerza capaz de generar la certidumbre en forma de confianza. Esto ocurre porque no está basada en la dependencia de eventos externos para disminuir la ansiedad, sino en la certidumbre de que, a partir de necesidades identificadas conscientemente, el propio grupo autónomo y autorreferente es capaz de encontrar su evolución mediante nuevas formas de funcionamiento. El propio grupo se vuelve entonces responsable de sí mismo y autoorganizado.

Las teorías de las estructuras disipativas y de la autopoiesis ofrecen una manera práctica de investigar el comportamiento autoorganizativo grupal. Utilizando las definiciones de “paradigma compartido”, “ruptura de simetría”, “fluctuaciones”, “experimentación”, “resonancia”, “autorreferencia”, “unidad autónoma” y “creatividad” es posible definir modelos de síntesis que se utilizarán para observar la dinámica de los grupos. Estos modelos se definirán en el próximo capítulo, el primero de la Parte II, orientada a la investigación empírica.

PARTE II

**Estudio empírico: la autoorganización de grupos de trabajo creativos
en empresas de alta velocidad**

5 BASES TEÓRICAS DE LA INVESTIGACIÓN: ESTRUCTURACIÓN DE LOS MODELOS DE SÍNTESIS

*Haga las cosas lo más sencillamente que pueda,
pero no las más sencillas.*
Albert Einstein

5.1 Introducción

Ambos planteamientos de las estructuras disipativas y de la autopoiesis guardan mucha relación con el proceso de evolución de los grupos de trabajo. La aplicación de estas teorías a los procesos de comportamiento grupal en principio no posee capacidad predictiva, pero ofrece una explicación que define los límites, fronteras u horizontes dentro de los cuales los grupos pueden realizar sus decisiones. Esta es una definición de atractor dentro de la teoría del caos, mezclando los conceptos de “indeterminismo”, porque no se puede prever donde estará el sistema en determinado momento, y de “determinismo”, porque sí se sabe que estará dentro de cierto grupo de posibilidades.

La cuestión central es que la posibilidad no es una forma de probabilidad. La mayoría de las fuentes de la incertidumbre en el comportamiento humano no es probabilística. Tomemos un ejemplo práctico: ¿Cuál es la posibilidad de que Juan trabaje en la empresa Comics SL? Obviamente, la posibilidad es cero si esta empresa no existe; aumenta un poco si se crea la empresa y aumenta aún más si le ofrecen un puesto de trabajo a Juan dentro de la empresa. Este aumento de la posibilidad por sí solo no tiene relación con el aumento de la probabilidad de que Juan trabaje en Comics SL, siempre que Juan posea libertad de elección o libre albedrío. La voluntad, aquí definida como la capacidad de elección y de decisión, es la fuerza que determina si Juan trabajará o no en Comics SL.

Los cálculos probabilísticos de las acciones humanas fueron motivados en parte porque las explicaciones estrictamente deterministas o mecánicas no funcionaban bien. Sin embargo, la teoría de la probabilidad muchas veces no era adecuada para intentar representar las teorías de voluntad de la acción humana. La mayoría de las explicaciones formales probabilísticas poseen un mecanismo determinista detrás que oculta un proceso aleatorio que queda relegado a un segundo plano. En la mayoría de las aplicaciones estadísticas a las ciencias sociales, estos procesos aleatorios son tratados como ruidos que deben ser eliminados a ser posible para revelar los procesos subyacentes causales o predictivos (Smithson, 1987). Otras teorías, más precisamente las que utilizan la lógica borrosa (por ejemplo, la teoría de las posibilidades), son compatibles con el proceso de voluntad o libre albedrío porque no admiten una mejor elección o una estimación libre de influencias. Al contrario, proporcionan una restricción borrosa en las opciones de la acción humana.

Esta explicación coincide con algunas prácticas de sentido común de las que las personas o grupos se sirven para reflexionar sobre sus propias acciones. Frecuentemente, se usan conceptos posibilistas como “planes”, “elección”, “dificultad”, “oportunidad”, etc. en lugar de conceptos probabilistas como “suerte”, “casualidad”, “probabilidad”, etc. (Smithson, 1987).

Como se ha venido planteando durante todo este estudio, los eventos de la vida se vuelven especialmente importantes cuando crean nuevas oportunidades, aumentan opciones, frustran planes, vuelven las cosas fáciles o difíciles y alteran la distribución de posibilidades. Por lo tanto, si se busca una teoría matemática que abarque estos procesos autoorganizativos, es necesario que posea algún potencial para construir también teorías sobre la voluntad y para probarlas empíricamente. Actualmente, las teorías matemáticas de la lógica borrosa son las que más se acercan a este planteamiento, pero todavía están lejos de poder explicar la totalidad del proceso autoorganizativo de los sistemas complejos.

Algunos conceptos de la lógica borrosa son útiles para analizar empíricamente los grupos pequeños de trabajo. En primer lugar, el principio de consistencia entre probabilidad y posibilidad definido por Zadeh (1978): el grado de posibilidad siempre es igual o mayor al grado de probabilidad. Por otro lado, existe el concepto de *necesidad borrosa*, sinónimo de requerimiento o inevitabilidad. La probabilidad siempre es igual o mayor que la necesidad borrosa.

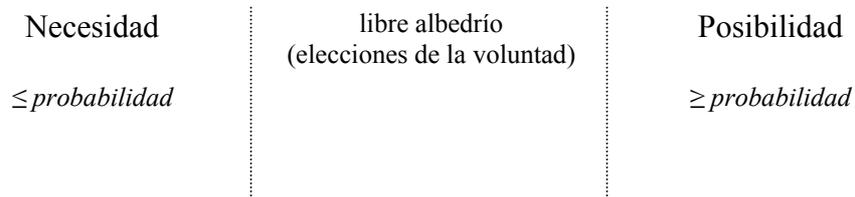


Figura 21. Relación entre necesidad y posibilidad según la lógica borrosa.

Para que se pueda estudiar la influencia de la voluntad en la acción humana, admitiendo algunas influencias de mecanismos intrínsecos así como restricciones o límites en la elección, el hueco existente entre la necesidad y la posibilidad debe ser aceptado como el intervalo dentro del cual los actores realizan sus elecciones (Figura 21). Los grados borrosos de posibilidad y necesidad determinan la facilidad o la dificultad de las distintas elecciones.

Las elecciones de la voluntad o del libre albedrío corresponden a las decisiones tomadas conscientemente por el grupo. En otras palabras, corresponde a la necesidad hecha consciente por el grupo y cuya respuesta creativa puede llegar a manifestarse a través del proceso de autoorganización. Por otro lado, la respuesta condicionada frente a una necesidad mediante el paradigma compartido no presenta este hueco de elección y puede ser estimada si se conoce bien el paradigma del grupo. En este caso, el grupo no es creativo y sus respuestas son predecibles. El grupo tiende a no evolucionar.

A partir de estas ideas, y de todas teorías discutidas durante el transcurrir de este estudio, se procede a definir el objetivo de la investigación empírica.

Objetivo

El objetivo directo de la investigación empírica es observar el comportamiento de grupos pequeños de trabajo detectando las situaciones que puedan describir los procesos de la dinámica autoorganizativa. Estas situaciones pueden tanto ser positivas para la autoorganización como negativas. El foco de atención estará concentrado en varios temas, como la existencia de los paradigmas compartidos, su rigidez, la identidad del grupo con estos paradigmas, la posibilidad de ruptura para proporcionar la autoorganización, la existencia o no de procesos de autorreferencia, de una unidad autónoma y las situaciones de soporte externas al grupo. Las

variables analizadas serán extraídas de estos temas y clasificadas de acuerdo con su paradigma principal: estructuras disipativas o autopoiesis. Al final de la observación, se espera definir cual de los planteamientos explica mejor la dinámica compleja de los grupos o, en otras palabras, qué aspectos son mejor explicados por una teoría y cuales son mejor explicados por la otra.

Para llegar a este objetivo, hace falta discutir más a fondo dos temas importantes. Primero, la diferencia entre la autoorganización y la organización controlada, tema que hará analizar y presentar más claramente las variables de los modelos de síntesis. Segundo, los detalles de la lógica borrosa que serán utilizados como base para la colecta y el tratamiento de los datos empíricos.

5.2 Organización controlada y autoorganización

Una forma de analizar las dinámicas grupales dentro de las empresas es observar las actitudes y los patrones de comportamiento. Básicamente se pueden establecer parámetros de comparación entre grupos que funcionan basados en el paradigma de “organización controlada” y grupos que funcionan con la perspectiva de “autoorganización”.

Según Senge (1990, pág. 435), “los líderes de nuestras actuales instituciones concentran la atención en hechos y patrones de conducta, y las instituciones los emulan. Por eso, las organizaciones contemporáneas son ante todo reactivas, a lo sumo reflexivas, jamás generativas”.

En la Tabla 7 se presentan algunas de las características que se pueden observar para diferenciar un grupo funcionando por “organización controlada” de un grupo funcionando mediante la “autoorganización”.

En primer lugar, la organización controlada se caracteriza por el hecho de que el grupo funciona mediante una autoridad externa dominante, por ejemplo, un líder autoritario, una cultura organizacional rígida o un conjunto de normas concretas. El grupo debe siempre limitarse a esta autoridad, que es la responsable de establecer su comportamiento por consecuencia limitado. Contrasta con la autoridad interna de autorreferencia dominante en los grupos con potencial de autoorganización. El dominio de la autoridad externa resulta en una relación de dependencia entre el grupo y esta

autoridad, mientras que una de las características más importantes de los grupos autoorganizados es la unidad autónoma que representa.

Otra posible consecuencia de la autoridad externa es la formación de una especie de paternalismo, un sistema de relaciones entre jefes y empleados según una concepción de autoridad patriarcal. Estas relaciones poseen la tendencia de disimular el exceso de autoridad bajo la forma de protección. Por otro lado, los grupos autoorganizados funcionan con delegación, que es el acto de transmitir poderes. La delegación implica la confianza en las posibilidades del grupo, en que son autosuficientes para resolver sus responsabilidades, mientras que el paternalismo funciona como una especie de “terrorismo”, aplicando el miedo como herramienta de control. El control es una forma de fiscalización aplicada sobre las actividades del grupo de manera que no se desvíen de las normas preestablecidas. Su opuesto es la gestión, y aquí gestión significa el proceso que se ocupa de orientar y conducir el grupo hacia una determinada dirección, aceptando su autonomía y poder de decisión.

Senge (1990) explica que la visión tradicional del liderazgo empresarial “se basa en supuestos sobre la impotencia de la gente, su falta de visión personal y su ineptitud para dominar las fuerzas del cambio, deficiencias que sólo algunos grandes líderes pueden remediar” (pág. 419). En contraste, propone formas de liderazgo que fomenten la aptitud de los grupos e individuos para “comprender la complejidad, clarificar la visión y mejorar los modelos mentales compartidos” (Senge, 1990, pág. 419) y se refiere a este hecho como el proceso de aprendizaje promovido por el gestor.

El control de la autoridad externa puede provocar el proceso de rigidez del grupo. El grupo rígido posee pocas variaciones, es de alguna manera menos sensible a los estímulos y tiende a permanecer constante. Al contrario de la flexibilidad que se puede encontrar en el grupo autoorganizado, que es ágil y más fácil de manejar y por eso presenta mayor comprensión y aptitud frente a los estímulos. Es un grupo de espíritu disponible.

El grupo controlado posee mecanismos de respuesta similares frente a algunas situaciones porque funciona de forma condicionada dentro de los límites establecidos por el control. La conciencia y el libre albedrío se encuentran fuertemente condicionados. El condicionamiento dificulta el procesamiento de información y de toma de decisiones de forma consciente.

Una aclaración necesaria es que, con el término “condicionamiento”, no nos referimos al fenómeno de la psicología conductual, sino al conjunto

de condiciones que caracterizan y presionan un proceso hacia un cierto resultado. No se trata de un concepto determinista, sino que explica algunos comportamientos que tienden a volverse recurrentes en el tiempo frente a ciertas situaciones.

El grupo autoorganizado, por otro lado, se basa en el conocimiento interno y realiza sus actividades en forma de intuición e *insights* creativos. Posee la capacidad de comprensión repentina, en general intuitiva, de sus propias actitudes y comportamientos frente a un problema o una situación.

Tabla 7. Comparación entre organización controlada y autoorganización (elaboración propia).

Grupos con organización controlada	Grupos con autoorganización
Autoridad externa dominante	Autoridad interna dominante
Dependencia	Autonomía
Paternalismo	Delegación
Miedo, ansiedad	Confianza
Control	Gestión
Rigidez	Flexibilidad
Condicionamiento	Conciencia, intuición, <i>insight</i>
Paradigmas fijos	Creatividad
Identidad: guía externa	Identidad: guía interna

Los paradigmas compartidos de un grupo controlado tienden a permanecer fijos. Debido al condicionamiento y al control, sus patrones de comportamiento tienden a permanecer iguales en el transcurrir del tiempo. Los grupos autoorganizados se caracterizan por la apertura de paradigmas que proporciona el surgimiento de ideas. Son un terreno fértil que dan existencia a nuevas formas de comportamiento y en el que aflora la creatividad.

De manera general, la línea de actuación de un grupo controlado se da mediante una guía externa, mientras que los movimientos de un grupo

autoorganizado se establecen a partir de una guía interna propia. La identidad del grupo se define en función de estas dos guías, de forma que la principal aportación de los grupos autoorganizados es que la guía es autorreferente o interna.

Las características que se acaban de describir pueden ser utilizadas como indicadores en el momento de detectar el tipo de dinámica de un grupo: controlada o autoorganizada. Por ejemplo, la identificación de la existencia de altos grados de control, rigidez y miedo lleva a la idea de un grupo funcionando condicionado por una autoridad externa dominante. Las características aquí descritas de la organización controlada están muy interrelacionadas, así como las características de la autoorganización también lo están. Grados más bajos de control y miedo, junto con grados altos de autonomía y confianza pueden indicar un grupo funcionando fuera del condicionamiento, de forma autoorganizada y creativa.

Este planteamiento indica que la autoorganización se manifiesta por hechos prácticos capaces de ser medidos. Entre ellos, destaca la creatividad, ya que esta puede ser considerada el resultado más concreto del proceso autoorganizativo. La autoorganización manifestada a través de la creatividad lleva a un aumento de las acciones creativas del grupo. Para que eso llegue a ocurrir, depende de otros indicadores, como las características expuestas en la Tabla 7.

Básicamente, este proceso de autoorganización creativa puede originarse a partir de la ruptura de los paradigmas condicionados. El momento en que los grupos se liberan de las conexiones condicionadas que hay entre los elementos cognitivos de su percepción, surge la posibilidad de que se formen nuevas conexiones. Las nuevas conexiones son la expresión de la creatividad que emerge de forma autoorganizativa. Corresponden a nuevas maneras de percibir las situaciones y de actuar frente a ellas.

Andrea Nelson (1996) ofrece un ejemplo de estas nuevas conexiones en el nivel psicológico. Un sistema humano autoorganizado cambia cuando la fluctuación de energía, por ejemplo, el caos de una crisis emocional, interrumpe una estructura psicológica de forma que sus elementos contacten unos con los otros de nuevas maneras y realicen nuevas relaciones y conexiones. Bajo condiciones óptimas, el sistema reorganiza esta estructura en un nuevo “todo”.

La autoorganización manifestada por la creatividad puede significar algo más allá del hecho de que el grupo haya inventado algo. Sugiere que el grupo se ha liberado de la percepción condicionada de causa-efecto lineal. Bajo esta perspectiva, un grupo creativo descubre, *ve* algo nuevo, participa

de una nueva percepción (aunque que sutil) para una misma situación y para las nuevas situaciones que surgen.

La conclusión es que uno de los motivos que dificulta la autoorganización del grupo es su paradigma lineal de causa-efecto en un nivel de conciencia perceptiva. La naturaleza funciona no-linealmente y es capaz de autoorganizarse. A su vez, el paradigma compartido causa-efecto es una barrera entre los grupos (y los seres humanos en general) y la posibilidad de autoorganización. Este paradigma está reflejado la mayoría de las veces por el miedo incorporado en la fórmula premio-castigo, es decir, por el sistema de recompensas fuertemente incorporado en los sistemas educacionales y laborales de la sociedad occidental. Además, pueden estar tan impregnados en la realidad del comportamiento humano que a veces llegan a ser imperceptibles.

Un hecho que refuerza esta idea es la observación de Kuhn (1962) de que muchas veces un descubrimiento científico que lleva a la ruptura de un paradigma proviene de otras áreas de la ciencia distintas a la de origen del paradigma, debido a la no-existencia de condicionamientos en aquel área. Otro ejemplo interesante en este sentido, es el experimento de Bono (1994) utilizando niños para la solución de problemas empresariales. Este autor ha podido sacar cantidad de ideas “empresariales” de los niños porque ellos no se encontraban influidos por ningún paradigma de gestión de empresas.

La creatividad perceptiva es un factor que diferencia un grupo de un programa de ordenador (Penrose, 1991, 1994). Las simulaciones por sí solas pueden ayudar a explicar el proceso no-lineal de los sistemas complejos porque son capaces de trabajar con mucha información a la vez, pero no existe un ordenador capaz de trabajar con toda la información existente en el universo, ni siquiera con la información del universo que hay disponible actualmente. Por este motivo, las simulaciones no llegan a producir resultados idénticos a la realidad para los sistemas humanos y pueden fallar al predecir la evolución de un sistema humano como un grupo.

La creatividad también se describe mediante la atención voluntaria del grupo. Es un acto de decisión propio y autorreferente fuera del condicionamiento lineal de comportamiento promovido por la autoridad externa. Y por eso decimos que se trata de un acto de conciencia voluntario.

Por último, cabe resaltar que la autoorganización no se refiere al surgimiento de un líder natural entre el grupo que les dicte las normas a seguir. Tampoco se trata del concepto de grupo autogestionado, a pesar de que se pueden encontrar algunas propiedades en común.

5.3 Pensamiento borroso

Cabe expandir las definiciones de “borrosidad” presentadas en el apartado 2.2.5, una vez que estas serán la base de toda la investigación empírica. Sin embargo, ahora nos centraremos más en los aspectos prácticos de la lógica borrosa.

La base del pensamiento borroso es la máxima de que “todo es cuestión de grado”, en oposición al pensamiento probabilístico puro de que todo es 0 ó 1, verdadero o falso. En otras palabras, la probabilidad de que ocurra en suceso y la de que no ocurra suman uno o 100%. La borrosidad recibe el nombre de “multivalencia”, cuyo contrario es la “bivalencia”, donde sólo hay dos valores, dos posibles maneras de solución. La multivalencia admite más de dos opciones. La bivalencia requiere que se realicen esfuerzos para adecuar la respuesta a dos valores: sí o no, mientras que la multivalencia permite respuestas del tipo: más o menos, un poco, mucho, bastante. El primer método pierde información en el momento que “cuantiza” o redondea los valores. El segundo permite valores intermedios y principalmente permite que un valor pertenezca a dos conjuntos complementares a la vez, pero en grados distintos. Un individuo puede ser un poco bajo y un poco alto. Un vaso con agua hasta la mitad está medio lleno y medio vacío, lo que *no* significa que la probabilidad de que esté lleno o vacío sea de 50%. El hecho de poder manejar cuestiones subjetivas en grados hace que la lógica borrosa sea la herramienta ideal para el tratamiento de datos provenientes de investigaciones en el campo social, donde las situaciones y dinámicas no pueden ser tratadas como verdadero o falso absoluto, sino que son cuestión de grados.

El pensamiento borroso también reafirma una cuestión que se ha discutido en el apartado 2.2.7 sobre la relación entre el azar y la información. Si tengo una manzana en una de mis manos y la escondo tras la espalda y pregunto al observador en cual de mis manos está la manzana, ocurren dos cosas. El observador calcula la probabilidad y llega a la conclusión de que es de 50% de que esté en la mano derecha y 50% de que esté en la mano izquierda. Él evalúa las probabilidades y para él esta es real. Sin embargo, para mí, que sé con certeza en qué mano está la manzana, la probabilidad es una ilusión, porque yo conozco el resultado. “La

probabilidad se va esfumando a medida que hay más información” (Kosko, 1995, pág. 24).

El primer artículo que habla de la lógica borrosa fue publicado en 1965 por Lofti Zadeh, pero recibió muchas resistencias durante años, en parte porque “el positivismo lógico existente en la ciencia sostiene que si no se puede contrastar o demostrar matemáticamente lo que uno dice, no ha dicho nada” (Kosko, 1995, pág. 21).

Intervalos de confianza

El primer concepto importante para entender la lógica borrosa es el de intervalos de confianza. Un intervalo define una magnitud para la que no se conoce de manera precisa su valor y por lo tanto, se define un segmento de valores. Por ejemplo, ¿Cuántos hijos tiene cada pareja que vive en el Poblenu de Barcelona? La respuesta no se conoce de manera precisa, podría ser un intervalo: de 0 a 5 hijos, por ejemplo, donde 0 es el valor mínimo y 5 es el valor máximo. Esta respuesta se representa matemáticamente como $[0, 5]$ o gráficamente en un vector:



Figura 22. Representación del vector $[0, 5]$.

Los intervalos de confianza pueden ser cerrados o abiertos y matemáticamente se simbolizan como “[“ y “]” si son cerrados o como “(“ y “)” si son abiertos. Los intervalos abiertos no incluyen el número que les sucede o precede, mientras que los intervalos cerrados, sí. En el caso anterior, los límites 0 y 5 pertenecían al intervalo cerrado $[0, 5]$, lo que significa que los números enteros 0 y 5 pertenecen al intervalo. Puede haber casos donde los intervalos sean abiertos por la izquierda o por la derecha: $(2,4]$ significa que el número entero 2 no pertenece al conjunto, sino el primer número siguiente, el 2,01 por ejemplo. Al revés, el intervalo $[2, 4)$ significa que el número entero 4 ya no pertenece al conjunto, sino el primer número precedente, el 3,99 por ejemplo.

Conjuntos, subconjuntos y números borrosos

La lógica borrosa es una disciplina que razona con conjuntos, subconjuntos y números borrosos. Los conjuntos borrosos corresponden al conjunto de cosas que tratamos diariamente, pero en cuestión de grados. El ejemplo clásico es el conjunto borroso de los hombres altos. ¿Cuál es la altura en metros de un hombre para pertenecer a este conjunto? Es una cuestión de grados. Con 1,72 m puede considerarse *un poco* alto, con 2,15 m es *muy* alto. En ambos casos pertenecen al grupo de hombres altos, pero en diferentes grados. *Un poco* y *mucho* son dos subconjuntos borrosos del conjunto borroso alto. De la misma manera, un número puede ser borroso. El número 0 (cero) define un conjunto borroso en el que el número pequeño 0,000000001 pertenece al conjunto borroso *cero* en un cierto grado menor de 100 por 100. El número entero 0 pertenece a este conjunto en un grado de 100 por 100.

Un número borroso es la asociación de dos conceptos: el de intervalo de confianza que se halla ligado a una concepción de la incertidumbre y el nivel de presunción (*dígase pertenencia*) ligado a una concepción de subjetividad. De la misma manera que el concepto de variable aleatoria está ligado a una concepción de lo aleatorio y el de ley de probabilidad está ligado a una concepción de la objetividad (la medida). (Kaufmann y Gil Aluja, 1990, pág. 47. El texto en cursiva ha sido añadido.)

En resumen, un conjunto borroso (y un número borroso es representado por un conjunto borroso) es un conjunto en el que varios elementos están relacionados con él mediante valores graduales de pertenencia. Los grupos de valores de pertenencia son subjetivos y constituyen los subconjuntos borrosos del conjunto borroso.

Entropía borrosa

La “entropía borrosa” es un concepto introducido por Kosko (1995) y mide la borrosidad de un conjunto borroso. Existen conjuntos que son más borrosos que otros. Igual que la entropía negativa o negentropía de la termodinámica, la entropía borrosa representa el grado de desorden o incertidumbre del sistema borroso. Si sólo existe la dualidad de dos respuestas, verdadero o falso, la entropía borrosa es nula en ambos casos. Como consecuencia, no existe apertura a la novedad, pues sólo existen dos opciones: sí o no. Al añadir opciones borrosas de grado a las respuestas: un poco, más o menos, bastante, mucho, etc., lo que se hace es crear nuevas posibilidades de respuesta. En otras palabras, se aumenta la posibilidad creativa de los eventos. La entropía negativa en la termodinámica es la

responsable de crear la posibilidad de que el sistema se autoorganice en nuevas formas o estructuras de funcionamiento. La entropía borrosa tiene el mismo significado: amplía la lista de posibilidades de respuesta para alcanzar el mayor grado de creatividad innovadora. Esta característica se expresa en el teorema de la entropía borrosa de Kosko:

$$E(A) = c(A \cap A^c) / c(A \cup A^c),$$

en el que $E(A)$ corresponde a la entropía borrosa del conjunto borroso A , y A^c es el conjunto complemento de A . En conjuntos no borrosos la intersección está vacía y, por lo tanto, la entropía es igual a cero. En conjuntos borrosos, la intersección siempre es mayor de cero, lo que corresponde a una entropía borrosa también mayor de cero, cuyo número resultante es el grado de borrosidad del conjunto borroso.

Sistema borroso

Un sistema borroso es un sistema que, mediante la utilización de la lógica borrosa, permite “imitar los procesos del razonamiento humano, cuantificar información imprecisa, tomar decisiones basadas en datos vagos e incompletos y, sin embargo, mediante un proceso de “eliminación de la borrosidad”, llegar a conclusiones definitivas” (Kosko 1995, pág. 155).

La solución de los sistemas borrosos está basada en el Teorema de Aproximación Borrosa (en inglés “Fuzzy Approximation Theorem” con las siglas FAT) definido por Kosko (1995). El teorema FAT afirma que un sistema borroso puede formar modelos o aproximarse a cualquier sistema a través de una técnica conocida como “parches borrosos”. Un parche es definido por una regla del tipo si-entonces. Los elementos del conocimiento humano representado mediante una regla de este tipo constituyen un parche. El conjunto de reglas si-entonces forma el sistema borroso. En otras palabras, un sistema borroso está constituido por un conjunto de parches. Pero, ¿de dónde salen los parches?

Los datos extraídos de un sistema real, de una observación empírica basada en la lógica borrosa, se representan gráficamente por una curva en un gráfico. Las reglas definen parches borrosos que intentan cubrir esta curva. Cuanto mejor cubran la curva, más inteligente será el sistema borroso: cuanta más información, más reglas y más parches. Las reglas más inciertas forman parches más grandes y las reglas más precisas forman parches más pequeños. Sin embargo, si las reglas llegan a poseer demasiada precisión como para dejar de ser borrosas, los parches serán tan pequeños como un punto en la curva y perderán su significado borroso.

El punto principal de este planteamiento es que no se necesita una gran cantidad de reglas para montar un sistema borroso, sino simplemente que las reglas sean borrosas. Las reglas asocian ideas a través de palabras. Las palabras nombran un conjunto borroso de significados diferentes para cada persona. Las reglas son de sentido común, pero este sentido no es común a toda la gente. “El mundo nos golpea a cada uno de nosotros con un conjunto de señales único, aunque veamos, oigamos, gustemos o toquemos las mismas cosas” (Kosko, 1985, pág. 157). Por lo tanto, los sistemas borrosos ofrecen una manera sencilla de representar sistemas complejos mediante un número limitado de parches borrosos.

5.4 Modelos de síntesis de estructuras disipativas y autopoiesis

Para realizar la investigación empírica, es necesario estipular el punto de partida. Este punto es un modelo de síntesis para cada perspectiva: uno para las estructuras disipativas y otro para la autopoiesis. A partir de lo que se ha discutido hasta ahora, se definirán dos modelos dinámicos en los que se especificarán las variables que los forman y las relaciones entre ellas, según las dos perspectivas elegidas.

Para establecer los modelos de síntesis, se parte de la premisa de que el grupo se encuentra en un entorno alejado del equilibrio y, para tal, antes de la aplicación de los modelos empíricamente, se realizará una intervención con el propósito de provocar una ruptura de simetría en las estructuras de los paradigmas compartidos existentes, igual que en los experimentos de Smith y Gemmil (1991), y Smith y Comer (1994). Es decir, se aplicará una intervención con el propósito de romper el conjunto de creencias estáticas existentes, con el fin de llevar a los grupos desde el estado de equilibrio a un estado lejos del equilibrio. A partir de ahí es cuando los modelos entran en acción.

El planteamiento de esta investigación consiste en una perspectiva borrosa. En consecuencia, las variables definidas son borrosas y también son borrosas las relaciones entre ellas. Los dos modelos comparten algunas variables en común y, consecuentemente, algunas relaciones en común. Sin embargo, el significado de las relaciones es particular para cada modelo. Las variables definidas son las siguientes:

Variable 1: Creatividad

Corresponde a la liberación del condicionamiento perceptivo en forma de surgimiento de nuevas ideas creativas.

Variable 2: Control y rigidez externos

Esta variable mide el grado borroso de la existencia de fuerzas externas de control y limitación rígida sobre las actividades del grupo. Son externas porque al principio dependen de la estructura de la empresa y del estilo de liderazgo de los coordinadores.

Variable 3: Autorreferencia

Medición del grado borroso en que el grupo se vuelca hacia sí mismo para encontrar soluciones frente a situaciones. Indirectamente también corresponde al grado de confianza que el grupo posee en sus capacidades de solventar problemas.

Variable 4: Unidad autónoma

Esta variable borrosa mide el grado de identidad del grupo consigo mismo, con el fin de formar una unidad autónoma.

Variable 5: Miedo y desconfianza

Variable borrosa que mide el grado de existencia de situaciones de miedo y desconfianza del grupo con relación a lo que pueden decir y cómo pueden actuar frente a los mandos. Es una forma de expresar el control ejercido sobre el grupo en forma de miedo.

Una vez presentadas todas las variables que componen los dos modelos, se pasará a presentar la descripción de los dos modelos: las variables que participan en cada uno de ellos y las relaciones no-lineales entre estas variables.

El primer paso antes de la aplicación de ambos modelos es verificar la existencia de paradigmas compartidos fijos en contraste con la creatividad que surge cuando el grupo actúa cerca de sus fronteras, es decir, alejado del equilibrio. La manera como se realizó esta etapa previa a la aplicación empírica de los modelos será explicitada más adelante. De momento, estas características se representarán como factores no integrados a los modelos, pero sí como premisa necesaria para la aplicación de los mismos.

5.4.1 Modelo A. Estructuras disipativas

El modelo de síntesis de las estructuras disipativas está compuesto por 4 variables: V1-Creatividad, V2-Control y rigidez externos, V3-Autorreferencia y V5-Miedo y desconfianza, que componen las siguientes relaciones:

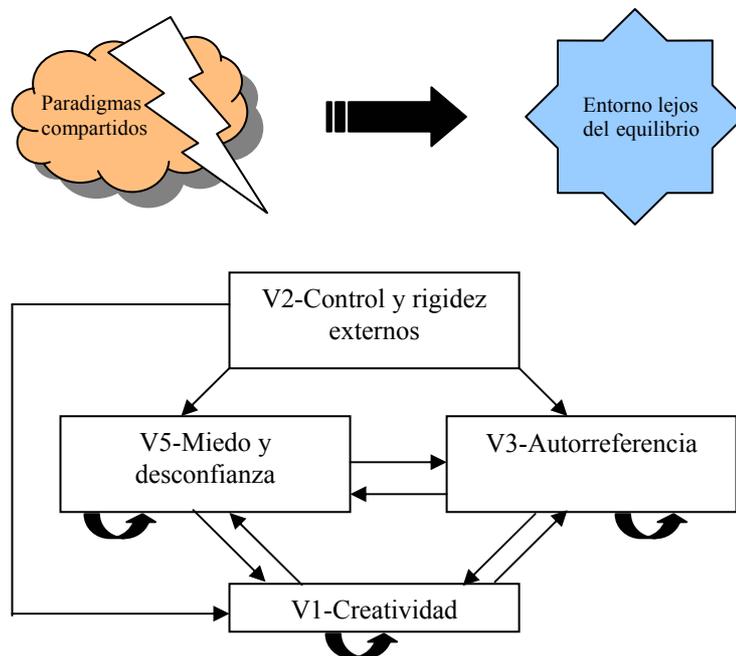


Figura 23. Modelo de síntesis de autoorganización creativa por estructuras disipativas.

Este modelo de síntesis sugiere que se investigue las relaciones existentes entre estas variables para detectar su influencia mutua no-lineal en el resultado final esperado de autoorganización: la creatividad espontánea.

Básicamente, hay dos temas principales que resumen las posibilidades de autoorganización del grupo bajo la perspectiva de las estructuras disipativas. Primero, la autoridad externa dominante, que conlleva demasiado paternalismo, control, rigidez, condicionamiento, miedo y

dependencia. Esta característica está reflejada en dos variables (V2 y V5). La variable V2-Control y rigidez externos, trata de verificar la existencia de mecanismos de control independientes al grupo, como si existen reglas rígidas de actuación en el trabajo o si el grupo posee independencia y libertad para decidir como hacerlo, si las cosas se hacen de la misma manera hace mucho tiempo o si hay flexibilidad. De la misma forma, la variable V5-Miedo y desconfianza, verifica la consecuencia de este control medido en la variable V2 con relación a las percepciones de miedo y desconfianza de los integrantes del grupo: si confían en los superiores y pueden decirles todo lo que piensan o si hay dificultades de comunicación debido al miedo de represalias. El modelo asume verificar la relación unilateral de la variable V2 en la variable V5, ya que la primera consiste en un aspecto externo al grupo, mientras que la segunda no.

El segundo tema que resume las posibilidades de autoorganización del grupo como estructura disipativa, en contraste con el primer aspecto, es la autoridad interna autorreferente, que conlleva delegación, gestión, flexibilidad, autonomía y confianza. Esta característica está reflejada en la variable V3-Autorreferencia y mide si el grupo mira hacia sí mismo en el momento de solventar problemas o cuando hay dudas, si existen secretos y competencia entre los integrantes del grupo o si todos aprecian el trabajo bien hecho de sus compañeros como signo de autorreferencia del grupo. El modelo analiza la influencia unilateral que la variable V2-Control y rigidez externos puede tener en la variable V3-Autorreferencia. También observa la relación bidireccional entre la variable V3 y la variable V5 con tal de verificar como se influyen mutuamente.

Por último, la autoorganización en sí es verificada mediante la variable V1-Creatividad. Esta variable mide el grado en que surgen ideas y sugerencias en el grupo frente a nuevas situaciones y en qué grado el grupo está o no atado a los mismos comportamientos de siempre. El modelo observa la influencia de todas las variables sobre la variable V1-Creatividad, con el objetivo de llegar a una conclusión de cómo afectan la creatividad del grupo. Por otro lado, se observa también la influencia de la creatividad en la variable V3- Autorreferencia y en la variable V5-Miedo y desconfianza

Es obvio que las relaciones bidireccionales entre variables distintas constituyen bucles de retroalimentación. Por otro lado, el modelo también representa la influencia de cada variable en sí misma en forma de rizados autocatalíticos. En la Figura 23, esta influencia se representa mediante flechas rellenas en forma de semicírculos. Los ciclos autocatalíticos de retroalimentación dejan clara la naturaleza dinámica y no-lineal de este modelo.

5.4.2 Modelo B. Autopoiesis

El modelo de síntesis de la autopoiesis está compuesto por 3 variables: V1-Creatividad, V3-Autorreferencia y V4-Unidad autónoma, que componen las siguientes relaciones:

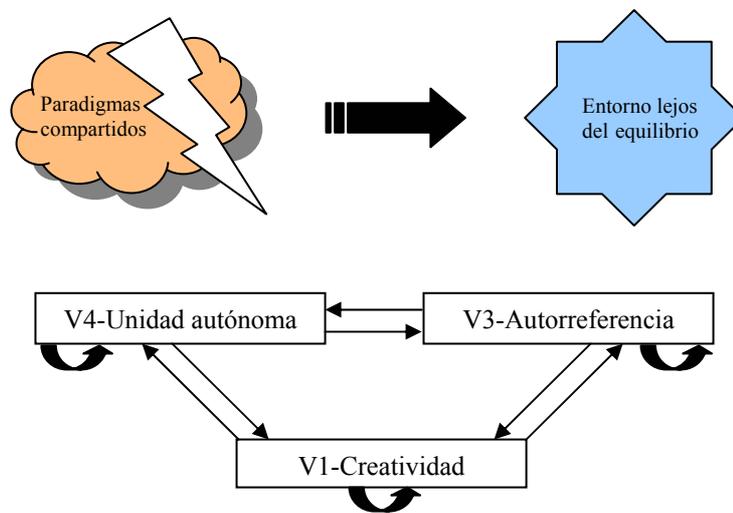


Figura 24. Modelo de síntesis de autoorganización creativa por autopoiesis.

De la misma forma que el modelo A, este modelo de síntesis de autopoiesis supone la investigación de las relaciones existentes entre estas variables con el fin de detectar su influencia mutua no-lineal en el resultado final esperado de autoorganización: la creatividad espontánea. Las variables V1 y V3 coinciden con las del modelo A debido a algunas semejanzas entre los planteamientos de ambos modelos.

Bajo la perspectiva de la autopoiesis, hay dos temas principales que resumen las posibilidades de autoorganización del grupo. El primer tema representa delegación, gestión, flexibilidad, autonomía y confianza en forma de la autoridad interna autorreferente. Esta característica está reflejada en la variable V3-Autorreferencia y mide, como ya se comentó en el modelo A, si el grupo mira hacia sí mismo cuando hay dudas o en el momento de solucionar problemas, o si busca una autoridad externa, si existen secretos y

competencia entre los integrantes del grupo o si todos aprecian el trabajo bien hecho de sus compañeros como signo de autorreferencia del grupo.

El segundo tema que resume las posibilidades de autoorganización del grupo como organismos autopoieticos es la identificación de los integrantes del grupo con los problemas, éxitos y demás características del grupo. Estos factores se encuentran reflejados y medidos por la variable V4-Unidad autónoma. El modelo analiza la influencia bidireccional entre las variables V3-Autorreferencia y la variable V4-Unidad autónoma, con el fin de verificar como se influyen mutuamente.

Por último, igual que el modelo A, la autoorganización se verifica mediante la variable V1-Creatividad. La variable observa el surgimiento de ideas y sugerencias en el grupo frente a nuevas situaciones. También mide el grado en que el grupo está o no atado a viejas maneras de actuar. El modelo observa la influencia mutua, es decir bidireccional entre las variables V3 y V4 y la creatividad, con el objetivo de definir cómo afectan la creatividad del grupo.

Este modelo representa 3 bucles de retroalimentación (los bucles bidireccionales) entre las variables. Aún así, representa con flechas rellenas la influencia de cada variable en sí misma en forma de rizados *autocatalíticos*, como se ha hecho en el modelo A. Una vez más, se observa la naturaleza dinámica y no-lineal de este modelo.

5.5 Conclusión

Con el objetivo de concluir este apartado, se pueden considerar algunas propiedades de los modelos A y B discutidos arriba. En primer lugar, son modelos de síntesis por el hecho de que incluyen pocas variables: 4 en el modelo A y 3 en el modelo B, y se centran prioritariamente en las relaciones borrosas entre estas variables.

Segundo, son modelos dinámicos que incluyen retroalimentaciones, lo que lleva a la tercera característica, la no-linealidad. Ambos modelos son no-lineales y por este motivo las relaciones establecidas entre las variables serán observadas y tratadas mediante la técnica borrosa de parches y reglas

borrosos y no por las técnicas estadísticas corrientes que suelen establecer las relaciones lineales entre las variables de un modelo.

En tercer lugar, ambos modelos no son predictivos *a priori*. Son modelos realizados con el propósito inicial de observación de las dinámicas de los dos grupos estudiados. La predicción no se encuentra bajo el ámbito de esta investigación y se centrará en comparar las relaciones no-lineales de los grupos en dos momentos distintos utilizando como parámetros los modelos descritos anteriormente.

Por último, cabe destacar una vez más que la investigación se realizará con el propósito de observar el comportamiento del grupo como totalidad, con el fin de observar si su dinámica global sigue o no los dos modelos descritos con anterioridad.

6 LA INVESTIGACIÓN EMPÍRICA

*Si no estás actuando sobre la base del conocimiento
que ya posees, ¿por qué deseas saber más?*

Idries Shah

6.1 Caracterización del entorno y de los grupos

La investigación empírica se ha llevado a cabo en una empresa mediana del sector de tecnología en informática. La empresa posee varios grupos de trabajo pequeños delimitados por el tipo de tarea o proyecto que realizan. Los grupos cuentan cada uno con un coordinador. Este es un elemento externo que tiene poder jerárquico sobre el grupo. A medida que llegan los proyectos, el coordinador los asigna a los miembros del grupo, y les pasa toda la información que llega del cliente necesaria para realizar los proyectos.

Han sido seleccionados dos grupos para participar en esta investigación. El criterio principal de la elección ha sido la facilidad de observación de los grupos por no participar en proyectos confidenciales. Ninguno de los grupos tenía conocimiento de la investigación, así como ninguna persona de la estructura funcional de la empresa. La caracterización de los grupos se presenta en la Tabla 8.

Tabla 8. Caracterización de los grupos.

Grupo A			
Número de individuos	7		
Edad		Nivel de estudios	
Entre 18 y 24 años	1	Superior universitario	7
Entre 25 y 30 años	3	Estudios medios (FP/BUP)	0
Más de 30 años	3	Elemental	0
Tiempo en la empresa		Tipo de contrato	
Menos de 1 año	5	Autónomo (contrato comercial)	5
Entre 1 y 3 años	2	Contrato temporal	2
Más de 3 años	0	Contrato indefinido	0
Grupo B			
Número de individuos	7		
Edad		Nivel de estudios	
Entre 18 y 24 años	1	Superior universitario	5
Entre 25 y 30 años	4	Estudios medios (FP/BUP)	2
Más de 30 años	2	Elemental	0
Tiempo en la empresa		Tipo de contrato	
Menos de 1 año	3	Autónomo (contrato comercial)	0
Entre 1 y 3 años	4	Contrato temporal	3
Más de 3 años	0	Contrato indefinido	4

Como resumen, se pueden clasificar los grupos mayoritariamente con formación universitaria superior, mayores de 25 años y con menos de 3 años en la empresa.

6.2 Metodología de la investigación

La investigación fue realizada en un período de 4 meses o 16 semanas utilizando 3 herramientas principales de captación de información y una

intervención. El calendario general se puede visualizar en la Figura 25 abajo.

Ítem	Semanas															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1																
2																
3																
4																

Ítems

1. Detección de percepciones generales
2. Implantación del sistema de competencias
3. Cuestionario de detección de las variables (2 aplicaciones)
4. Observación de las reuniones de planificación quincenales

Figura 25. Calendario de la investigación empírica.

A continuación, se pasará a describir como se ha realizado cada una de estas etapas y los primeros resultados.

1. Detección de percepciones generales.

El primer objetivo ha sido establecer de forma general como estaban funcionando los grupos antes de empezar la investigación. El objetivo era obtener información sobre las condiciones iniciales respecto a las percepciones grupales. Para lograr este objetivo, se aplicó un cuestionario abierto y anónimo con dos preguntas:

- a. ¿Qué te gusta más en la empresa? y
- b. ¿Qué te gusta menos en la empresa?

La meta fue detectar en qué temas tenía el grupo la atención orientada.

Como ejemplo, presentamos uno de los conjuntos de respuestas del grupo A a la pregunta: “¿Qué es lo que más te gusta en la empresa?”. Algunas de las respuestas fueron:

1. La relación con mi coordinador
2. Mi grupo de trabajo, el ambiente
3. Ambiente: compañerismo y tal

4. Entorno, buena relación
5. Tengo la sensación de que todo el mundo trabaja en equipo para conseguir un fin determinado, lo cual es muy positivo
6. Ambiente entre los trabajadores
7. La mayoría de los compañeros

Estas 7 respuestas se han clasificado en el tema “Ambiente y trabajo en equipo”, que es un tema interno al grupo. Cada una de las afirmaciones corresponde a un individuo diferente. Así sabemos que todos los individuos del grupo A ha citado por lo menos un ítem de este tema.

Otro ejemplo es un conjunto de respuestas del grupo B a la pregunta: “Que es lo que menos te gusta en la empresa?” Algunas de las respuestas fueron:

1. La saturación del trabajo que hay a veces
2. Tiempo para realizar los trabajos

Estas 2 respuestas se han clasificado en el tema “Presión del cliente”, que es un tema externo al grupo. Cada una de las afirmaciones corresponde a un individuo diferente. De esta forma, se identifica que 2 de los 7 individuos del grupo han citado este tema.

El resultado completo de las respuestas se puede encontrar en el Anexo I. De acuerdo con estas afirmaciones realizadas por los individuos, se generó un grupo de 8 temas distintos, 2 de ellos relativos a factores internos a los grupos y 6 temas relativos a factores externos a los grupos, como muestra la Tabla 9.

Tabla 9. Temas de las afirmaciones del cuestionario de detección de percepciones generales.

Tema	Clasificación
Tema 1. Ambiente y trabajo en equipo	Interno
Tema 2. Tarea	Externo
Tema 3. Formación y aprendizaje	Externo
Tema 4. Perspectivas	Externo
Tema 5. Comunicación	Interno
Tema 6. Organización del trabajo y coordinación	Externo
Tema 7. Estructura y organización empresarial	Externo
Tema 8. Presión del cliente	Externo

En las Tablas 10.a 10.b y 10.c se muestra la relación entre el número de afirmaciones y el número de temas constatados en las afirmaciones, y relaciona estas informaciones con el número total de individuos analizados. Para realizar esta clasificación, se utilizó el criterio de que las afirmaciones de un mismo individuo para un mismo tema constituye una sola afirmación, de modo que ningún tema puede tener más de 7 afirmaciones. En el caso de que algún tema tenga 7 afirmaciones, significa que todos los elementos han citado este tema porque cada grupo está compuesto por 7 personas. De la misma manera, si un tema tiene 3 afirmaciones, significa que 3 personas han citado el tema y así en adelante.

Tabla 10a. Número de afirmaciones por tema: resultado del grupo A.

GRUPO A				GRUPO A			
¿Qué te gusta más en la empresa?				¿Qué te gusta menos en la empresa?			
Clasificación	Tema	Núm. afirmaciones	% del total	Clasificación	Tema	Núm. afirmaciones	% del total
Interno	1	7	100	Interno	5	1	14,28
	Externo	2	1		14,28	Externo	3
	3	1	14,28	6	4		57,14
	4	1	14,28	7	4		57,14
				8	2		28,57
				2	1		14,28
				4	1		14,28

Tabla 10b. Número de afirmaciones por tema: resultado del grupo B.

GRUPO B				GRUPO B			
¿Qué te gusta más en la empresa?				¿Qué te gusta menos en la empresa?			
Clasificación	Tema	Núm. afirmaciones	% del total	Clasificación	Tema	Núm. afirmaciones	% del total
Interno	1	7	100	Interno	5	2	28,57
	Externo	5	1		14,28	Externo	6
	7	2	28,57	7	2		28,57
	2	2	28,57	3	2		28,57
	3	1	14,28	8	2		28,57
	4	1	14,28				

Tabla 10c. Número de afirmaciones por tema: resultado total de los dos grupos.

		Internos		Externos	
		gusta	no gusta	gusta	no gusta
Grupo A	Núm. afirmaciones	7	1	3	17
	Núm. temas	1	1	3	3
Grupo B	Núm. afirmaciones	6	2	6	12
	Núm. temas	2	1	4	4
Total núm. afirmaciones		13	3	9	29
Total núm. temas		3	2	7	7

Lo más destacado de este primer análisis es la cantidad de afirmaciones sobre temas internos positivos destacados (13 en total) y la cantidad de afirmaciones sobre temas externos negativos (29 en total). Este resultado pone de manifiesto que la atención de ambos grupos está de cierta forma “acostumbrada” o condicionada a la percepción positiva de factores internos y a la percepción negativa de factores externos. Como se ha discutido anteriormente, esta es una de las características que mantiene los paradigmas compartidos: una especie de filtro de información que garantiza la ilusión de la “familia feliz”, evitando la ansiedad interna al grupo.

Este es el punto de partida de la investigación. Se ha detectado que existen paradigmas compartidos que influyen en la dinámica del grupo, como se esperaba. No interesa entrar en mayores detalles sobre ello, sino más bien ofrecer el panorama genérico de la situación bajo la cual se inicia la investigación. A partir de ahora, se empezará a trabajar con las variables de los modelos, realizándose otras recogidas de datos.

2. Detección de los índices de las variables

El primer cuestionario tenía la intención de generar un diagnóstico inicial de la situación en los grupos. A partir de ahí, interesa detectar los valores o índices para las variables de los modelos de síntesis definidos. Para tal fin, se utilizó un cuestionario de 16 preguntas dividido en las 5 variables que constituyen los modelos. El cuestionario ha sido aplicado en dos momentos de la investigación: en la primera semana y en la última (semana 16). De esta manera, se propuso investigar el cambio de los valores

de las variables para los dos grupos en diferentes momentos para verificar la evolución de la dinámica de comportamiento, además de observar la dinámica global final.

El cuestionario completo se compone de un grupo de afirmaciones para cada variable. Hay 2 afirmaciones en el caso de las variables V1-Creatividad y V4-Unidad autónoma y 4 afirmaciones en el caso de las variables V2-Control y rigidez externos, V3-Autorreferencia, y V5-Miedo y desconfianza. Cada afirmación posee como respuesta cinco (5) grados de generalidad, de acuerdo con el grado de conformidad del individuo con relación a la afirmación:

1. Totalmente incorrecto
2. Parcialmente incorrecto
3. Ni cierto, ni incorrecto
4. Parcialmente correcto
5. Totalmente correcto

Como ejemplo, se presenta los dos ítems responsables de medir la cuarta variable (unidad autónoma):

c. Unidad autónoma	Totalmente incorrecto	Parcialmente incorrecto	Ni cierto, ni incorrecto	Parcialmente correcto	Totalmente correcto
11. Me identifico con los problemas del grupo	1	2	3	4	5
12. Considero el éxito de mi grupo como mi éxito personal	1	2	3	4	5

Figura 26. Ejemplo del cuestionario de medición del índice de la variable unidad autónoma.

El individuo debe señalar el número que mejor corresponda a su opinión sobre la afirmación inicial y posee cinco grados de elección para su respuesta.

El cuestionario completo se encuentra en el Anexo II. A su vez, el Anexo III presenta la estadística de correlación entre los ítems de cada variable con el fin de comprobar la fiabilidad del cuestionario. Se utilizó el recurso de la correlación no paramétrica de Kendall y de Pearson por no presentar rigidez con relación a que los datos sigan la distribución normal. El resultado es satisfactorio, considerando que el coeficiente de relación promedio de Kendall es de 0,531 y de Pearson 0,612, y que prácticamente todos los índices de correlación poseen un valor de significación alto. Por lo

tanto, el cuestionario puede considerarse como una herramienta fiable para la medición de las variables de los dos modelos.

Más adelante, se presentará como la información proveniente de estos cuestionarios es tratada y tabulada utilizando técnicas de la lógica borrosa.

3. Observación de las reuniones de planificación quincenal

Los grupos realizan reuniones de planificación cada quince días con sus coordinadores, donde se presenta la previsión de trabajo para el período, se distribuyen las tareas y los individuos tienen la oportunidad de exponer sus ideas para la solución de problemas. Al observar estas reuniones, se toma nota de las sugerencias creativas de los miembros del grupo, para complementar la medición de la variable V1-Creatividad. Con la observación empírica, se puede comprobar que la percepción detectada por los individuos investigados mediante la aplicación de los cuestionarios se concretiza o no en acciones creativas.

En total, se realizó la observación de 8 reuniones por cada grupo, correspondiendo al período total de 16 semanas. La información recogida se refiere a los temas abordados durante las reuniones especialmente importantes para el propósito de este estudio. Básicamente, se refiere a la existencia o no de sugerencias, propuestas y de la implantación de acciones creativas. La Tabla 11 presenta las acciones creativas reales de cada uno de los grupos en varios momentos de la investigación.

Se observa que hubo un incremento en propuestas y acciones creativas por parte de ambos grupos durante el período de tiempo comprendido entre el inicio y el final de la investigación. Se retomará y se discutirá el significado de esta información en el próximo apartado, cuando se discutan los resultados.

Tabla 11. Observación de las reuniones de planificación quincenales e iniciativas creativas por parte de los grupos.

Semanas	Grupo A	Grupo B
Semana 2	El coordinador distribuye los proyectos al grupo, hay algunas preguntas normales sobre el trabajo.	El coordinador distribuye los proyectos al grupo, hay algunas preguntas normales sobre el trabajo.
Semana 4	Además de los temas de trabajo, salen preguntas relacionadas con la implantación del sistema de competencias.	Hay preguntas relacionadas con la implantación de competencias y hay sugerencias sobre como distribuir los proyectos de trabajo.
Semana 6	Además de los temas de trabajo, salen preguntas relacionadas con la implantación del sistema de competencias. Hay algunas sugerencias con relación a la distribución de los proyectos.	Hay sugerencias con relación a las competencias sin que el coordinador pregunte.
Semana 8	Hay comentarios positivos sobre las evaluaciones y algunas preguntas sobre como podrían solucionar los puntos débiles.	Hay comentarios positivos sobre las evaluaciones y algunas preguntas sobre como podrían solucionar los puntos débiles. Hablan de qué acciones se podrían implementar para mejorar las competencias del grupo.
Semana 10	Hablan de sus inquietudes y de acciones que podrían implantarse para mejorar el clima del grupo.	Hablan de cómo podrían utilizar sus puntos fuertes: ayudar en otros grupos, hacer cursillos internos de formación.
Semana 12	Exhibiciones de cualidades de los empleados en la cocina durante la comida. Esta acción ha sido reprimida por la dirección por hacer mucho ruido.	Formación: clases de inglés realizadas y organizadas por los propios empleados.
Semana 14	Formación: redacción del tutorial <i>on-line</i> de formación para los profesionales de la empresa.	Formación: clases de herramientas específicas de informática realizadas y organizadas por los propios empleados.
Semana 16	Comunicación: durante los momentos de poco trabajo, deciden formar grupos multidisciplinares (con integrantes de otros grupos) para intercambiar experiencias. Hablan de implementar clases de idiomas internamente por los propios empleados.	Creación de una página <i>web</i> con fotos realizadas en la empresa y en las fiestas y encuentros de la empresa.

4. Implantación del sistema de competencias

Según las investigaciones de Smith y Gemmill (1991), y Smith y Comer (1994), el paso inicial para promover la ruptura de los paradigmas compartidos basta con una intervención externa que perturbe las estructuras fijas generadas por estos. Por este motivo, pasada la primera aplicación del cuestionario para detectar el valor de las variables, se optó por implantar un sistema de evaluación por competencias de 360 grados.

El criterio adoptado para la elección de este tipo de intervención es que los sistemas de competencias vuelven la atención de los implicados al desarrollo de sus competencias individuales o, en otras palabras, a una mayor conciencia de sus puntos fuertes y débiles. Con esto, los individuos tienden a abrir sus fronteras individuales y grupales, permitiendo que pasen nuevas informaciones que afectan los paradigmas compartidos, provocando turbulencias y haciendo que los individuos y grupos trabajen más lejos de equilibrio.

El proceso completo de competencias se realiza mediante las siguientes etapas:

1. La organización define una lista de las competencias adecuadas a la empresa y al puesto en cuestión, que incluyen habilidades personales como: organización, comunicación, identificación y resolución de problemas, liderazgo, etc., y competencias técnicas como conocimientos de idiomas, de lenguajes de programación, etc.
2. Se realizan reuniones con los grupos para presentar la lista de competencias y discutir las y se hacen ajustes en sus definiciones, se quitan o se añaden nuevas competencias consideradas importantes por los individuos.
3. Para cada puesto de trabajo, se define un grado idóneo para cada competencia. Por ejemplo, para el puesto "A" se define un grado 1 (mínimo) de conocimiento de inglés, un grado 2 para conocimiento del lenguaje Java, un grado 3 para liderazgo y un grado 4 (máximo) de comunicación, y así consecutivamente. El resultado es una matriz de descripción de puestos por competencias conocida como "Perfil de Competencias por Puesto".
4. Para cada individuo, se define un conjunto de aproximadamente 6 evaluadores de su entorno con diferentes niveles jerárquicos, por ejemplo: 4 compañeros del mismo grupo y 2 coordinadores, con el criterio de que los evaluadores tengan contacto diario con el evaluado dentro de la empresa.

Este grupo de evaluadores define grados para el individuo evaluado en cada competencia, de manera anónima. El resultado es un documento de evaluación en forma de matriz llamado de “Perfil de Competencias Personal”.

5. Además de esta evaluación, conocida como 360 grados, el individuo realiza una autoevaluación, asignándose a sí mismo grados para cada competencia.
6. Al final, el individuo recibe el resultado de la evaluación 360 grados (el documento Perfil de Competencias Personales) y la compara, primero con la descripción idónea para su puesto (el documento Perfil de Competencias del Puesto) y, en segundo lugar, con su propia auto-evaluación. De esta manera, el individuo puede detectar qué competencias son sus puntos débiles y por lo tanto puede esforzarse en desarrollarlas; y qué competencias son sus puntos fuertes y por lo tanto las puede utilizar. A la vez, compara la percepción de sus compañeros sobre sí mismo con su propia autopercepción.

Todos estos datos les dan a los individuos una mayor información real sobre aspectos que estaban fuera de su percepción debido a su enfoque de atención. En otras palabras, les ayudan a poner la atención en factores que no percibían debido a varios aspectos, principalmente los paradigmas individuales y compartidos responsables de generar los filtros de información que sólo permiten pasar lo que confirma y fortalece los paradigmas. De esta forma, la información permite que los individuos tomen conciencia de sus necesidades reales.

Los miembros de los grupos reciben así información directa sin pasar por los filtros de información comunes a los paradigmas, generando turbulencia y fluctuaciones, es decir, iniciando el proceso que puede llegar a provocar la ruptura de simetría de las estructuras existentes, tanto al nivel de creencias individuales como grupales.

El proceso de implantación de este sistema de competencias lleva en total 5 semanas, empieza en la semana 2 y acaba en la semana 6.

A partir de la semana 6, no se realizan intervenciones además de la observación de las reuniones de planificación quincenales, respetando la evolución natural de los grupos y esperando el momento de realizar la última lectura de datos, en la semana 16.

6.3 Tratamiento de los datos

A continuación, se describirá el tratamiento de los datos de los cuestionarios de detección de variables, para los dos momentos de medición (semana 1 y semana 16). Todo el procesamiento de esta información está basado en la lógica borrosa.

El primer paso ha sido realizar una equivalencia de escala considerando que las variables poseen una cantidad de afirmaciones diferentes (2 ó 4). La escala elegida es una escala de 2 a 10 utilizando el criterio de facilidad de observación. Para eso, el índice final de las variables constituidas de dos afirmaciones es la suma de las dos puntuaciones del cuestionario. Para las variables constituidas de 4 afirmaciones, el índice final es la suma de las puntuaciones dividida por 2. La equivalencia entre las dos escalas (de 1 a 5 y de 2 a 10) es, por lo tanto, del 100%.

Otro aspecto a tener en cuenta en el momento de formatear de datos es que algunas afirmaciones del cuestionario para una misma variable tienen carácter positivo, mientras que otras tienen carácter negativo. Es decir, mientras algunas afirmaciones confirman la variable, otras la niegan. Para que los resultados sean fiables, fue necesario realizar la adaptación a la simetría del cuestionario. La adaptación se realizó de la siguiente manera: si una afirmación de carácter negativo ha sido clasificada con el número 1, su correspondiente positivo será el 5 y si ha sido clasificada con el número 2, su correspondiente positivo será el 4. De no realizar este ajuste, la suma final representando el valor de la variable no sería correcto.

Para obtener una mejor visualización de las informaciones captadas a través del cuestionario, en el Anexo IV se pueden encontrar las estadísticas descriptivas y los histogramas de frecuencia para cada variable.

El siguiente paso es definir, según la lógica borrosa (Kosko, 1995; Trillas 1980), el grado de pertenencia de la variable al conjunto, es decir, el grado (entre 0 y 1) en que se considera que la variable está presente en la situación grupal. Para eso, hay que utilizar criterios subjetivos del observador de acuerdo con la Figura 27.

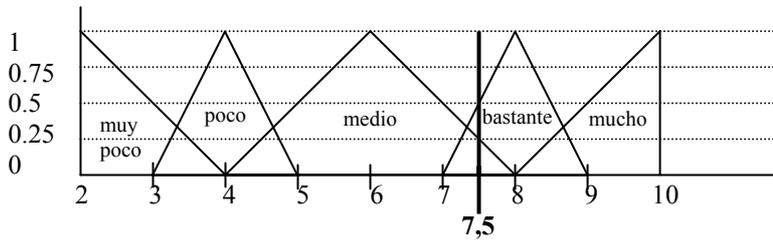


Figura 27. Grados borrosos de pertenencia de las variables.

La Figura clasifica la variable de acuerdo con su índice con valores entre 2 y 10 en una escala de pertenencia entre 0 y 1. Se han definido cinco subconjuntos borrosos: muy poco, poco, medio, bastante y mucho. Cada subconjunto borroso corresponde a un intervalo de valores del índice en grados distintos. El subconjunto borroso “muy poco” corresponde al intervalo [2, 4] del valor del índice de la variable, siendo que 2 pertenece un 100 por 100 al subconjunto “muy poco”, 3 pertenece un 50 por 100 y 4 pertenece un 0 por 100 a este subconjunto. Y así en adelante. Hay intervalos de valores del índice que se sobrepone, es decir, que pertenecen en grados diferentes a subconjuntos diferentes. El valor 7,5, por ejemplo (señalado en la Figura 27), pertenece un 25 por 100 al subconjunto “medio” y un 50 por 100 al conjunto “bastante”.

A partir de ahí, se utilizan los valores de los índices de las variables obtenidos mediante la aplicación de los cuestionarios para definir su grado de pertenencia a los subconjuntos borrosos establecidos utilizando intervalos de confianza, es decir, estableciendo el intervalo entre el valor mínimo y el máximo de los índices.

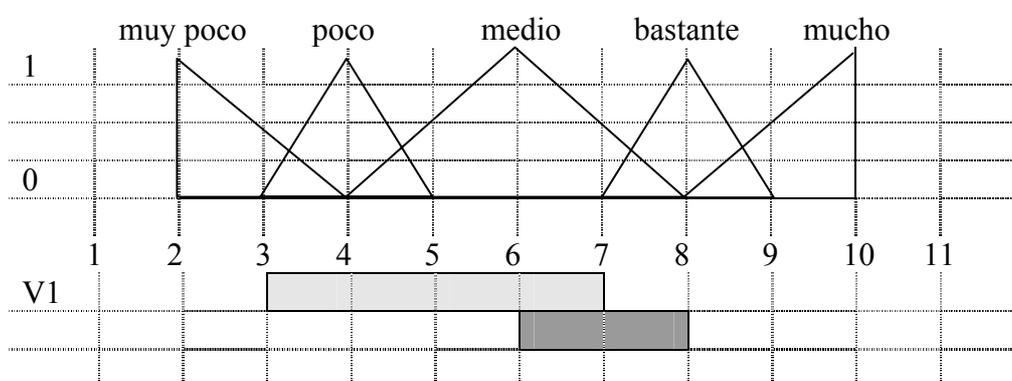
Como ejemplo, tomemos los valores encontrados en el grupo A para la variable V1-Creatividad. En la primera lectura, es decir, al pasar el cuestionario en la primera semana de la investigación, los valores de esta variable se situaron dentro del intervalo [3, 7], o gráficamente:



En la segunda lectura, al pasar el cuestionario en la semana 16 de la investigación, los valores de la variable V1-Creatividad se situaron dentro del intervalo [6, 8], o gráficamente:



Al comparar las dos lecturas y considerar los subconjuntos borrosos a los cuales pertenecen los índices, se obtiene:



-  Índices de la primera lectura
-  Índices de la segunda lectura

En la primera lectura, los índices de V1 pertenecían desde el subconjunto borroso “muy poco” (menor valor del índice = 3) hasta el subconjunto borroso “medio” (mayor valor del índice = 7). En la segunda lectura, los índices de V1 pertenecían desde el subconjunto borroso “medio” (menor valor del índice = 6) hasta el subconjunto borroso “bastante” (mayor valor del índice = 8).

La interpretación de este gráfico indica que hubo un aumento en el índice de V1-Creatividad desde la primera lectura hasta la segunda. Los valores menores y mayores de los índices aumentaron en la segunda lectura. Además, se percibe que en la segunda lectura, el intervalo de pertenencia de los valores de los índices es menos amplio que en la primera lectura, lo que

significa una mayor conformidad en las respuestas por parte de los individuos.

El Anexo V presenta la clasificación de los intervalos de confianza de los índices de las cinco variables para los dos grupos estudiados. Como se ha comentado, estos resultados se utilizan para verificar el cambio entre los valores de las variables del primer momento de lectura de datos hasta el segundo. La síntesis descriptiva de estos cambios se presenta abajo (Tablas 12a y 12b).

Tabla 12a. Evolución de los intervalos de confianza de las variables en los dos momentos de lectura – Grupo A.

Variable	Primera lectura	Segunda lectura	Cambio
V1-Creatividad	De muy poco a medio	De medio a bastante	Aumenta
V2-Control y rigidez externos	De medio a mucho	De medio a bastante	Disminuye
V3-Autorreferencia	De medio a bastante	De medio a mucho	Aumenta (aumenta el valor mínimo)
V4-Unidad autónoma	De medio a mucho	De medio a mucho	Prácticamente igual (aumenta el valor mínimo)
V5-Miedo y desconfianza	De poco a mucho	De poco a bastante	Disminuye (disminuye el valor máximo)

Tabla 12b. Evolución de los intervalos de confianza de las variables en los dos momentos de lectura – Grupo B.

Variable	Primera lectura	Segunda lectura	Cambio
V1-Creatividad	De poco a medio	De medio a mucho	Aumenta
V2-Control y rigidez externos	De medio a mucho	De medio a bastante	Disminuye (disminuye el valor máximo)
V3-Autorreferencia	De poco a mucho	De medio a mucho	Aumenta (disminuye el valor mínimo)
V4-Unidad autónoma	De poco a bastante	De medio a mucho	Aumenta
V5-Miedo y desconfianza	De poco a mucho	De poco a bastante	Disminuye (disminuye el valor máximo)

Con este resultado, es posible determinar la magnitud del cambio que sufrieron las variables. En casi todos los casos, los valores de la segunda lectura se concentraron dentro de un intervalo más pequeño, indicando una mayor conformidad de los individuos con relación a sus percepciones. Es lo que ocurre con las variables V2, V3 y V5 para ambos grupos y las variables V1 y V4 para el grupo A. Para el grupo B, V1 permaneció con el mismo tamaño de intervalo y V4 expandió el intervalo.

Las variables V3 y V4 para el grupo A presentaron un cambio solamente en los valores mínimos, que aumentaron. La variable V2 para el grupo B y la V5 para ambos grupos presentaron un cambio solamente en el valor máximo, que disminuyó.

La primera conclusión es que en ambos grupos la creatividad aumenta después de 16 semanas. Los motivos posiblemente son que el control y la rigidez, así como el miedo y la desconfianza disminuyen. Por otro lado, la autorreferencia también aumenta. La unidad autónoma en el grupo B aumenta, y en el grupo A casi no sufre variación. Con este resultado, aparece la primera confirmación intuitiva sobre el recorrido teórico de los subcapítulos anteriores: cuanto menos control y miedo, mayor autorreferencia, unidad autónoma y, consecuentemente, creatividad. Sin embargo, este hecho no se puede afirmar con precisión, pues es necesaria una observación más detallada y relacionada con los modelos y sus relaciones entre variables.

Todavía no es posible determinar las señales de las relaciones entre las variables establecidas en los modelos, en el sentido de determinar si la relación de influencia no-lineal entre ellas es positiva o negativa. Este resultado se alcanzará al analizar las relaciones entre las variables y se presentará en el apartado de discusión de resultados.

Sin embargo, se empieza a vislumbrar lo que se ha propuesto observar: la dinámica global de los grupos como estructuras disipativas y como entidades autopoiéticas. El próximo paso es discutir la información complementaria proveniente del análisis de la relación global entre las variables de cada modelo, con el fin de llegar a una conclusión final.

6.4 Relación entre variables

Las variables están definidas como borrosas porque hay que investigar las relaciones no-lineales entre ellas, y la lógica borrosa es el planteamiento que más se acerca a la realidad no-lineal de las relaciones internas al grupo.

El establecimiento de las relaciones se hará a través de parches y reglas borrosas según Kosko (1995). Estas reglas tratan de definir las relaciones de pertenencia borrosas entre las variables. Según la definición que se ha hecho de las pertenencias borrosas a los cinco subconjuntos borrosos establecidos, las áreas correspondientes a una relación borrosa para estos subconjuntos sería la representada en la Figura 28.

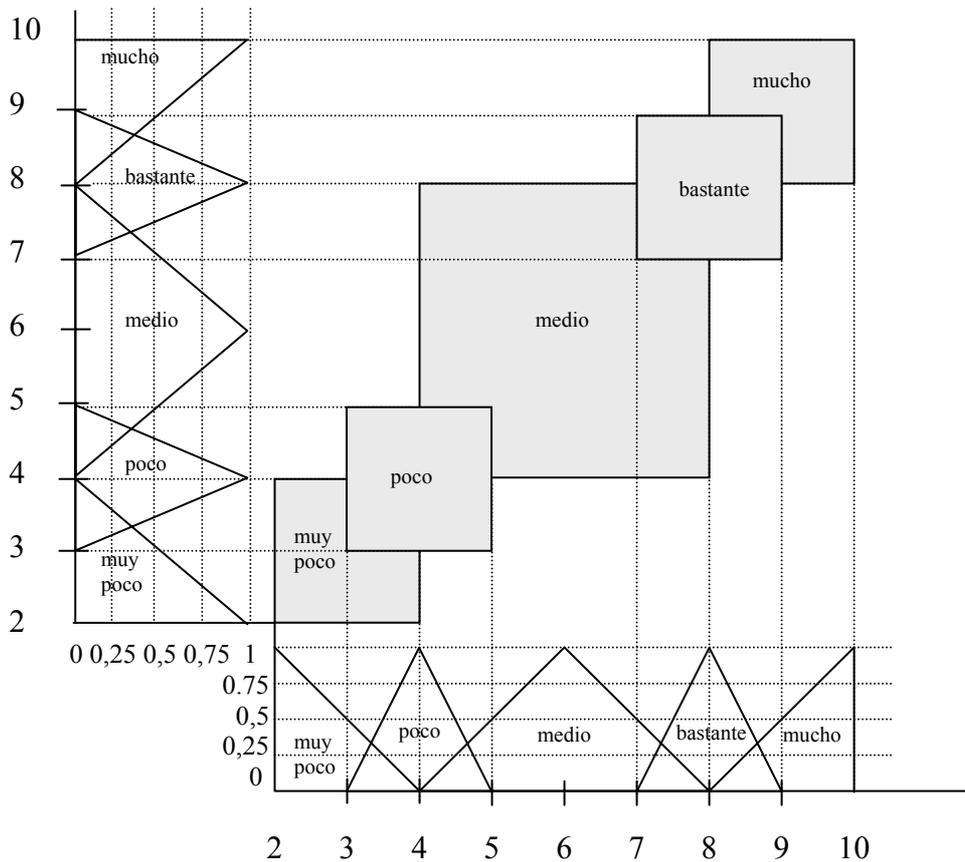
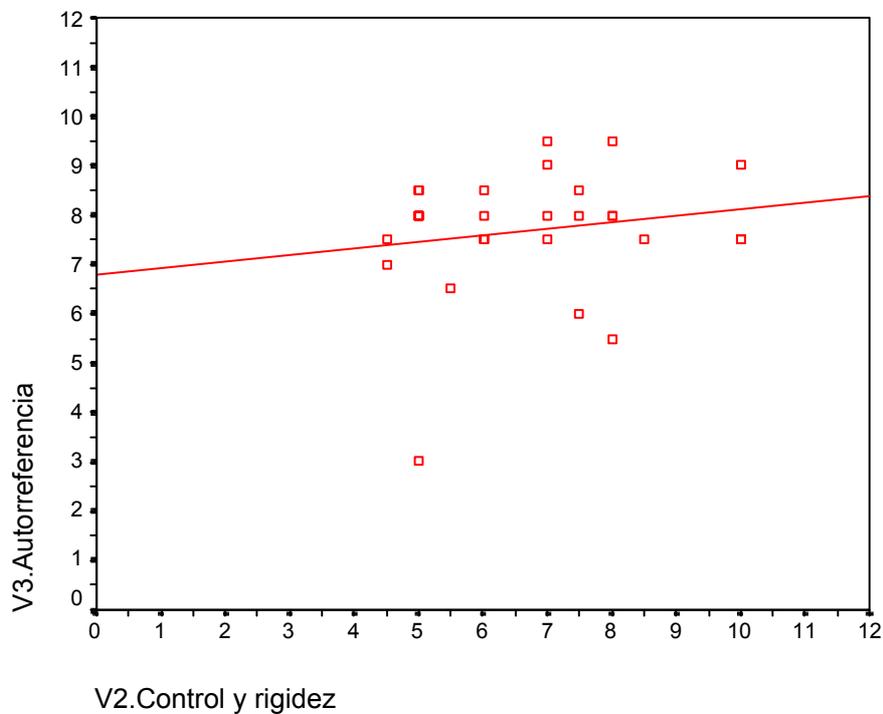


Figura 28. Gráfico de áreas correspondientes a los subconjuntos borrosos en una relación entre dos variables.

Este espacio es donde se representan gráficamente los datos obtenidos en forma de índices para cada variable. El primer paso es establecer un diagrama de dispersión (o gráfico de puntos) entre las variables que se desea correlacionar.

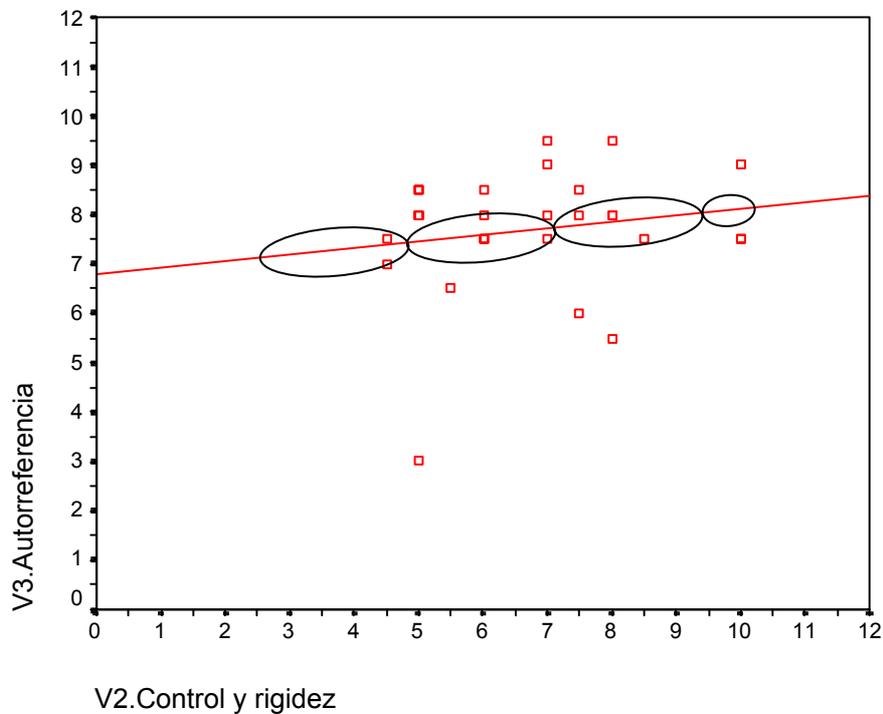
El segundo paso es establecer una línea no necesariamente recta que se acerque el máximo posible al mayor número de relaciones, es decir, que mejor se acerque a los datos. Hay varias maneras de hacerlo. Navarro (2001) propone el concepto de “media móvil” para generar esta línea, que es un indicador prioritariamente utilizado en economía para determinar la tendencia de mercado. Sin embargo, la media móvil no es la más adecuada en el caso de esta investigación que consta de pocos valores para cada relación de variable. Esto se explica por qué la “media móvil” se genera con un retraso de n datos, en el que n es el número de valores que componen el intervalo utilizado para realizar la media. En el caso de que haya muchos valores, este retraso no influye en la línea, pero en el caso de pocos valores, es mejor optar por una regresión lineal a los puntos.

Como ejemplo, abajo se presenta el diagrama de dispersión y la línea que mejor se ajusta a estos puntos referentes a la relación entre las variables V2-Control y rigidez externos y V3-Autorreferencia.



El tercer paso es establecer el conjunto de reglas borrosas para esta línea. La línea se divide en parches borrosos y para cada parche se establecen una o más reglas. El número de parches y reglas sigue una determinación subjetiva por parte del observador. Como no se está trabajando con una muestra grande sino con datos concretos y limitados, inicialmente 3 ó 4 reglas son suficiente para describir las correlaciones entre las variables, una para cada parche. El criterio ha sido establecer una regla si-entonces para cada subgrupo borroso que contenga datos relevantes. Los valores máximo y mínimo del intervalo para cada subgrupo son los que tienen mayor grado de pertenencia al subconjunto borroso. Por ejemplo, el intervalo [3, 5) o de 3 a 4,9 corresponde a los subconjuntos “muy poco”, “poco” y “medio” en diferentes grados de pertenencia. Sin embargo, este intervalo tiene mayor grado de pertenencia al subconjunto “poco”. Por tanto, se referirá al intervalo [3,5) como “poco”, [5, 7) como “medio”, [7,9) como “bastante” y [9,10] como “mucho”. Como el intervalo [2, 3) no ha presentado datos concretos en ninguna relación entre variables, no será incluido en los parches.

Siguiendo el mismo ejemplo arriba presentado, que corresponde a la relación entre V2-Control y rigidez externos y V3-Autorreferencia, se ha dividido la línea que mejor se ajusta a los puntos en 4 parches borrosos.



Enseguida, para cada parche se ha establecido una regla:

V2-Control y rigidez externos y V3-Autorreferencia	
Si...	entonces...
V2 es poco (entre 3 y 4,9)	V3 es medio / bastante (entre 7 y 7,4)
V2 es medio (entre 5 y 6,9)	V3 es medio / bastante (entre 7,5 y 7,7)
V2 es bastante (entre 7 y 8,9)	V3 es medio / bastante (entre 7,8 y 8)
V2 es mucho (arriba de 9)	V3 es bastante / mucho (entre 8 y 8,1)

En el anexo VI se agrupan todos los diagramas de dispersión correspondientes a los pares de variables de ambos modelos, así como las líneas de acercamiento a los datos y los parches en los gráficos de dispersión de cada relación entre variables. El anexo VII presenta la totalidad de las reglas establecidas para las relaciones entre variables.

La Tabla 13 presenta una síntesis de las reglas establecidas para las relaciones entre las variables, todavía sin estar organizadas por modelos.

Tabla 13. Síntesis de las reglas borrosas entre las variables.

V1-Creatividad y V3-Autorreferencia	
Si...	entonces...
V1 es poco (entre 3 y 4,9)	V3 es medio (entre 6,25 y 7)
V1 es medio (entre 5 y 6,9)	V3 es medio / bastante (entre 7,1 y 8)
V1 es bastante (entre 7 y 9)	V3 es bastante / mucho (entre 8,1 y 9)
V1-Creatividad y V4-Unidad autónoma	
Si...	entonces...
V1 es poco (entre 3 y 4,9) o medio (entre 5 y 6,9)	V4 es medio (entre 5 y 7)
V1 es bastante (entre 7 y 9)	V4 es medio / bastante (entre 7,1 y 8)
V1-Creatividad y V5-Miedo y desconfianza	
Si...	entonces...
V1 es poco (entre 3 y 4,9)	V5 es medio / bastante (entre 7,2 y 6,8)
V1 es medio (entre 5 y 6,9) o bastante (entre 7 y 9)	V5 es medio (entre 6,7 y 6)

V2-Control y rigidez externos y V1-Creatividad	
Si...	entonces...
V2 es poco (entre 3 y 4,9)	V1 es bastante / medio (entre 8 y 7,1)
V2 es medio (entre 5 y 6,9), bastante (entre 7 y 8,9) o mucho (arriba de 9)	V1 es medio (entre 7 y 5)
V2-Control y rigidez externos y V3-Autorreferencia	
Si...	entonces...
V2 es poco (entre 3 y 4,9), medio (entre 5 y 6,9) o bastante (entre 7 y 8,9)	V3 es medio / bastante (entre 7 y 8)
V2 es mucho (arriba de 9)	V3 es bastante / mucho (entre 8 y 8,1)
V2-Control y rigidez externos y V5-Miedo y desconfianza	
Si...	entonces...
V2 es poco (entre 3 y 4,9), medio (entre 5 y 6,9) o bastante (entre 7 y 8,9)	V5 es medio (entre 6 y 6,9)
V2 es mucho (arriba de 9)	V5 es medio / bastante (entre 7 y 7,1)

V3-Autorreferencia y V1-Creatividad	
Si...	entonces...
V3 es poco (entre 3 y 4,9)	V1 es poco / medio (entre 4 y 4,9)
V3 es medio (entre 5 y 6,9) o bastante (entre 7 y 8,9)	V1 es medio (entre 5 y 6,9)
V3 es mucho (arriba de 9)	V1 es medio / bastante (entre 7 y 7,4)
V3-Autorreferencia y V4-Unidad autónoma	
Si...	entonces...
V3 es poco (entre 3 y 4,9)	V4 es poco / medio (entre 4 y 5)
V3 es medio (entre 5 y 6,9)	V4 es medio (entre 5,1 y 6,3)
V3 es bastante (entre 7 y 8,9) o mucho (arriba de 9)	V4 es medio / bastante (entre 6,4 y 8)
V3-Autorreferencia y V5-Miedo y desconfianza	
Si...	entonces...
V3 es poco (entre 3 y 4,9)	V5 es medio / bastante / mucho (entre 8,5 y 7,6)
V3 es medio (entre 5 y 6,9)	V5 es medio / bastante (entre 7,5 y 7)
V3 es bastante (entre 7 y 8,9) o mucho (arriba de 9)	V5 es medio (entre 6,9 y 5,5)

V4-Unidad autónoma y V1-Creatividad	
Si...	entonces...
V4 es poco (entre 3 y 4,9)	V1 es poco / medio (entre 4,5 y 5,5)
V4 es medio (entre 5 y 6,9)	V1 es medio (entre 5,6 y 6,5)
V4 es bastante (entre 7 y 8,9) o mucho (arriba de 9)	V1 es medio / bastante (entre 6,6 y 8)
V4-Unidad autónoma y V3-Autorreferencia	
Si...	entonces...
V4 es poco (entre 3 y 4,9)	V3 es medio (entre 5,6 y 6,5)
V4 es medio (entre 5 y 6,9)	V3 es medio / bastante (entre 6,6 y 7,5)
V4 es bastante (entre 7 y 8,9)	V3 es medio / bastante / mucho (entre 7,6 y 8,5)
V4 es mucho (arriba de 9)	V3 es bastante / mucho (entre 8,6 y 9,4)

V5-Miedo y desconfianza y V1-Creatividad	
Si...	entonces...
V5 es poco (entre 3 y 4,9), medio (entre 5 y 6,9), bastante (entre 7 y 8,9) o mucho (arriba de 9)	V1 es medio (entre 7 y 5,9)
V5-Miedo y desconfianza y V3-Autorreferencia	
Si...	entonces...
V5 es poco (entre 3 y 4,9)	V3 es bastante / mucho (entre 9 y 8,1)
V5 es medio (entre 5 y 6,9) o bastante (entre 7 y 8,9)	V3 es medio / bastante (entre 8 y 7)
V5 es mucho (arriba de 9)	V3 es medio (entre 6,9 y 6,6)

En **negrita** se encuentran los subconjuntos borrosos que más concentran valores o, en otras palabras, los subconjuntos con mayor grado de pertenencia borrosa, en los casos en que se ha podido establecer esta distinción con claridad.

Con este resultado, ya es posible determinar las señales de las relaciones entre las variables establecidas en cada modelo con el objetivo de especificar la relación positiva o negativa de influencia no-lineal entre ellas. Esta información se presenta en el apartado siguiente sobre la discusión de los resultados.

Las reglas aquí presentadas son generales y hace falta ahora analizar las reglas para los diferentes modelos. Interesa identificar si estas relaciones siguen lo que se ha definido para los modelos y en qué intensidad. Como los dos modelos tienen variables en común, se repiten dos relaciones entre ellos. Igualmente, este resultado se presentará en el próximo apartado.

6.5 Discusión de los resultados

1. Resultados del análisis de percepciones inicial

El primer análisis realizado mediante el cuestionario abierto de dos preguntas puso de manifiesto que en ambos grupos existía una tendencia a valorar positivamente aspectos internos a los grupos y a valorar

negativamente aspectos externos de los grupos. Un grupo que trababa bajo la existencia de paradigmas compartidos posee esta tendencia de protegerse a sí mismo y de mirar hacia fuera para detectar los motivos externos que provocan las situaciones indeseables.

El principal resultado de este análisis es ofrecer una visión genérica de la situación en la que se inicia la investigación. Esta situación se resume en que existen paradigmas compartidos actuando, e indican la necesidad de una intervención con el objetivo de romper estas estructuras condicionadas para dar espacio a la posibilidad autoorganizativa.

2. Resultados de la intervención: implantación de un sistema de evaluación por competencias de 360 grados

La intervención realizada buscó sobrepasar la barrera o filtro de información que se forma alrededor de los paradigmas compartidos de los grupos. Con este propósito, ofrece datos directamente a los individuos con relación a sus competencias personales. Estos datos son resultado de la evaluación realizada por seis personas distintas de diferentes niveles jerárquicos en la empresa y con estrecha relación profesional con el individuo evaluado.

Este tipo de evaluación (360 grados) posee un valor informativo que no puede ser fácilmente contestado por las defensas condicionadas por el paradigma compartido. Por un lado, se trata de un consenso de 6 personas y por otro lado, las informaciones resultantes corresponden a la evaluación de las competencias del individuo y no a las del grupo al cual pertenece. El individuo y por extensión el grupo, no tienen más remedio que intentar absorber y asimilar esta información, aunque vaya en contra de las creencias condicionadas.

Al hacerlo, existe una gran posibilidad de que se produzca turbulencia por el contraste entre la nueva información y el paradigma antiguo. La turbulencia genera la ruptura de simetría, que da lugar al surgimiento de nuevas maneras de funcionar.

Al mismo tiempo en que se provoca la ruptura de simetría, es decir, cuando se rompen las estructuras condicionadas, la intervención ofrece al individuo y al grupo una guía, una dirección hacia donde pueda desarrollar sus competencias. El documento “Perfil de Competencias del Puesto” funciona como un atractor que sirve de base para que se puedan constituir nuevas conexiones estructurales en lugar de las que han sido rotas.

Este atractor actúa como una unidad de referencia profunda a la que los individuos de los grupos deben mirar en el momento que pasan a la etapa de experimentación de nuevas formas de funcionamiento, común en la dinámica autoorganizativa, como se ha visto en el apartado 4.3.

A partir de este punto, cuando se ha logrado la ruptura de simetría, existe la posibilidad de que el proceso de autoorganización en los grupos ocurra. Como el propio término indica, es un proceso de organización que ocurre por sí mismo, de forma natural dentro del grupo. Los siguientes pasos cuyos resultados se describirán a continuación son formas de observar este comportamiento natural de autoorganización, sin intervenir directamente en el proceso.

3. Resultados del análisis de los intervalos de confianza de las variables en los dos momentos de lectura.

Al comparar los cambios de los intervalos de las variables, el primer aspecto que se vuelve claro es que para ambos grupos las variables siguen el mismo comportamiento.

Para el modelo de las estructuras disipativas, se verifica en la segunda lectura de datos un aumento en los índices de las variables V1-Creatividad, y V3-Autorreferencia, mientras que hay una disminución en las variables V2-Control y rigidez externos y V5-Miedo y desconfianza. Este hecho refuerza el referencial teórico de que cuanto menos control y miedo, más posibilidad hay en la autoorganización creativa mediante el proceso de autorreferencia. Esta es la principal conclusión para el análisis de los datos comparando los dos momentos de lectura.

Por otro lado, para el modelo de autopoiesis, mientras que hay el aumento de V1-Creatividad y V3-Autorreferencia, la variable V4-Unidad autónoma presenta un comportamiento interesante. El grupo B presenta un claro aumento de la unidad autónoma en el segundo momento. En el grupo A existe un aumento en el valor mínimo del intervalo, pero no hay cambios en el valor máximo. Es importante aquí observar que el valor máximo de la primera lectura del grupo A es más alto que el valor máximo de la primera lectura del grupo B. Por lo tanto, a pesar del hecho de que prácticamente no haya diferencias entre los valores leídos en la primera y en la segunda lectura del grupo A, está claro que el valor de la unidad autónoma es alto. Este hecho también está representado en el análisis inicial, cuando se detectó que el grupo percibió prioritariamente los aspectos positivos internos.

El alto índice en la variable unidad autónoma en la primera lectura del grupo A puede significar en principio la tendencia del grupo a reforzar su unidad superficial con el fin de preservar los paradigmas compartidos, mientras que en la segunda lectura se trata de una unidad más profunda relacionada con el proceso autopoiético. Hay que poner atención en el hecho que, en el primer momento, con el mismo valor de unidad autónoma, el grupo A tenía valores más bajos de autorreferencia y creatividad, lo que puede dar lugar a dos interpretaciones: la primera, que realmente se trata de un paso desde la unidad superficial hacia la unidad autónoma autopoiética. La segunda opción es que indique que la unidad autónoma individualmente puede no representar un factor directamente esencial para el aumento de la creatividad, sino que hace falta su combinación con la autorreferencia en forma de bucles de retroalimentación. Existe también una tercera opción, más probable, de que ocurran las dos cosas.

En cualquier caso, se confirma la dinámica del modelo de que cuanto más autorreferencia y cuanto más unidad autónoma, más posibilidades hay de que ocurra la autoorganización creativa.

En general, llegamos a la conclusión de que ambos grupos presentan los mismos cambios de valores para las variables en los dos momentos de la lectura.

4. Resultados del análisis de la relación entre las variables

El primer resultado que se saca de este análisis son las señales positivas o negativas entre las variables, de acuerdo con las Figuras 29 y 30.

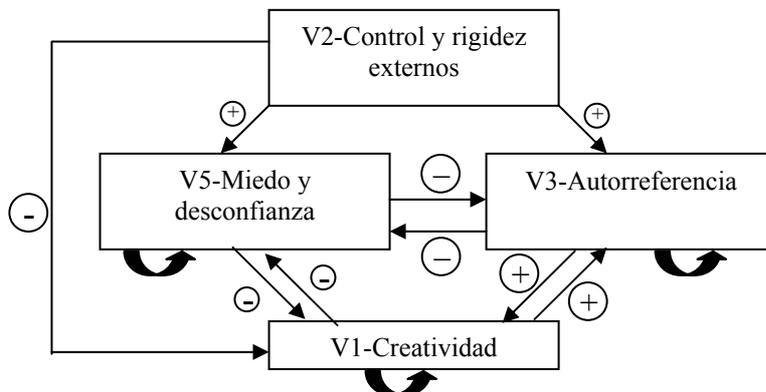


Figura 29. Modelo A: Estructuras disipativas.

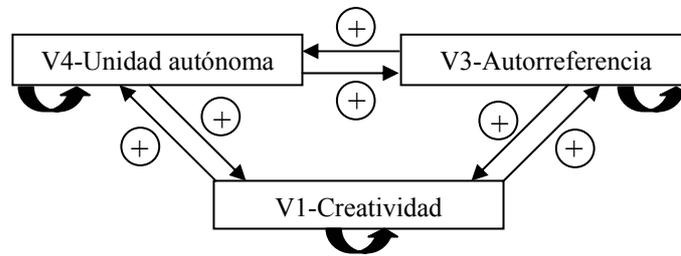


Figura 30. Modelo B: Autopoiesis.

Analizando los resultados de los cambios de las variables entre los dos momentos de lectura juntamente con las reglas borrosas establecidas después de determinar los diagramas de dispersión y las líneas de ajuste de datos, se pueden sacar una serie de resultados.

Con relación al modelo de las estructuras disipativas, V2-Control y rigidez externos, que ha disminuido de la primera lectura hacia la segunda, presenta éste una relación positiva mínima respecto a V3-Autorreferencia (que ha aumentado) y a V5-Miedo y desconfianza (que ha disminuido). Esta relación positiva entre V2 y V5 era esperada, ya que se ha definido teóricamente que cuanto más control, más miedo y desconfianza.

Por otro lado, se esperaba que la relación entre V2-Control y rigidez externos y V3-Autorreferencia fuese invertida o negativa, pero ha resultado ser sutilmente positiva. Este resultado asociado a que V3-Autorreferencia aumentó en la segunda lectura pero V2-Control y rigidez externos disminuyó, implica que la influencia directa de V2 en V3 no resulta ser tan fuerte como la influencia directa de otras variables, como V1-Creatividad y V5-Miedo y desconfianza en V3, que son las responsables directas de que la autorreferencia aumente. Existe una no-linealidad importante actuando mediante las retroalimentaciones entre las variables V2-Control y rigidez externos, V3-Autorreferencia y V5-Miedo y desconfianza, que implica que algunas relaciones sean más fuertes y otras más débiles.

En los gráficos de dispersión se perciben fácilmente las relaciones más débiles porque las líneas de regresión se encuentran más paralelas con relación al eje horizontal. En las relaciones más fuertes, las líneas de

regresión tienen más inclinación, es decir, son más diagonales respecto a los ejes del gráfico.

También utilizando los gráficos de dispersión es posible observar el carácter positivo o negativo de la relación, que se refleja en la dirección de la línea de regresión. Si ésta va hacia arriba, la relación tiene carácter positivo. Significa que el aumento o disminución de una variable influye para aumentar o disminuir la otra, respectivamente. Si la línea va hacia abajo, la relación tiene carácter negativo: el aumento o disminución de una variable influye para disminuir o aumentar la otra, respectivamente.

Es importante destacar que esta influencia positiva o negativa se refiere a una única relación entre dos variables. Representa la influencia de una única variable sobre otra. Por lo tanto, no constituye el factor determinante de si la variable influida aumentará o disminuirá en el tiempo, de la misma forma que lo ocurrido con la influencia de V2 en V3 (V2 tiene influencia sutil positiva en V3, pero mientras V2 disminuyó en el tiempo, V3 aumentó). Los modelos contemplan distintas variables y distintos bucles de retroalimentación influyendo en una misma variable. El conjunto de estas influencias en forma de dinámica no-lineal es el aspecto que determina el comportamiento final de la variable.

Los gráficos y las reglas presentan una relación de influencia negativa más débil entre V1-Creatividad y V5-Miedo y desconfianza en las dos direcciones de la relación. Esto indica que la creatividad se encuentra más directamente influida de manera positiva por V3-Autorreferencia y de manera negativa por V2-Control y rigidez externos, que de manera negativa por V5-Miedo y desconfianza.

Las relaciones más débiles están representadas en la Figura 29 por señales positivas más pequeñas entre V2-Control y rigidez externos y V3-Autorreferencia y entre V2-Control y rigidez externos y V5-Miedo y desconfianza; y por señales negativas más pequeños entre V1-Creatividad y V5-Miedo y desconfianza en los dos sentidos.

Las demás relaciones se presentan con un carácter más fuerte (o menos sutil). Las reglas borrosas y los gráficos indican que la variable V2-Control y rigidez externos, que disminuye, tiene una relación negativa con V1-Creatividad, que aumenta. La variable V3-Autorreferencia tiene una relación positiva con V1-Creatividad, y ambas aumentan. Las relaciones bidireccionales entre V5-Miedo y desconfianza y V3-Autorreferencia tienen carácter negativo y mientras una aumenta, la otra disminuye.

De forma resumida, para el modelo de las estructuras disipativas encontramos relaciones de influencia directa fuerte y negativa de V3 en V5, de V5 en V3 y de V2 en V1; influencia directa fuerte y positiva de V1 en V3 y de V3 en V1. De la misma forma, encontramos relaciones de influencia directa débil negativa de V1 en V5 y de V5 en V1; influencia directa débil positiva de V2 en V5 y de V2 en V3.

Las variables V2-Control y rigidez externos y V3-Autorreferencia mostraron ser las que más influyen directamente en la V1-Creatividad. La variable V2 es externa y depende del entorno. V3 está fuertemente influida por V5-Miedo y desconfianza y por la propia V1-Creatividad. A su vez, así como es influida por V5, V3 también influye fuertemente en V5.

De esta forma se estructuran los bucles de retroalimentación de este modelo. Con los bucles, se genera la no-linealidad responsable de dificultar la definición de qué variables son más o menos importantes para la emergencia de la creatividad. Por lo tanto, se observa una dinámica compleja en la que se destaca la importancia de la totalidad de las relaciones entre las variables por encima de una sola variable o una relación aislada.

Respecto al modelo autopoiético, se confirman las relaciones positivas entre todas las variables. La variable V3-Autorreferencia que ha aumentado de la primera lectura hacia la segunda presenta mediante las reglas borrosas una relación positiva con V4-Unidad autónoma y V1-Creatividad. Lo mismo ocurre con la influencia de V4-Unidad autónoma en V3-Autorreferencia y V1-Creatividad, y todas aumentan. Igualmente pasa con la retroalimentación de la variable V1-Creatividad sobre V3-Autorreferencia y V4-Unidad autónoma, constituyendo una relación positiva. Todas aumentan en la segunda lectura.

El hecho de que el aumento de V4-Unidad autónoma entre las dos lecturas sea bastante discreto no implica que V1-Creatividad y V3-Autorreferencia tengan una influencia débil sobre esta variable, ya que el gráfico de dispersión y las reglas indican una relación positiva fuerte. Más bien, esta característica refuerza la importancia de la dinámica global de retroalimentaciones del modelo.

No se puede olvidar que ambos modelos incluyen bucles de retroalimentación autocatalítica para todas las variables internas. Los bucles indican que además de las relaciones entre las variables arriba descritas, cada variable influye en sí misma, autorreforzándose. Esta autoproducción es un aspecto de influencia importante en la dinámica compleja no-lineal de los modelos.

5. Resultados prácticos de acciones creativas observados durante las reuniones de planificación quincenales.

Hasta ahora se verificaron los resultados que son consecuencia del análisis de los datos provenientes de las percepciones de los individuos de los dos grupos investigados. Sin embargo, parece conveniente comparar esta percepción con resultados de acciones reales en lo que respecta a la creatividad. Es decir, se va a detectar si la percepción del aumento de la creatividad se concretiza en acciones creativas. Los resultados completos de esta observación han sido presentados en el apartado anterior.

El primer punto a destacar aquí es que, durante la primera detección de percepciones, estaba claro que ambos grupos estaban descontentos con la formación en la empresa. En la semana 10, el grupo B empezó a hablar de montar cursillos de formación interna, administrado por los propios integrantes del grupo, con el fin de transmitir los conocimientos de una persona al resto del grupo. Estas acciones se concretaron en cursillos en las semanas 12 y 14, apoyadas por los coordinadores y por la dirección de la empresa, y promovidas y organizadas por los propios individuos. Una situación similar pasó con el grupo A en la semana 14, con la iniciativa de montar un cursillo en forma de tutorial *on-line*.

Este es un ejemplo importante de cómo una situación inicial donde los grupos buscan externamente la solución de un problema (en este caso, la necesidad percibida por formación que debería ser administrada por la empresa) y pasan a una situación de autoorganización creativa, mirando hacia sí mismos para encontrar la solución de la necesidad apostando por sus potenciales.

Una segunda actitud relacionada con la mejora de la comunicación ha sido la iniciativa del grupo A (en la semana 16) de formar grupos multidisciplinarios con individuos de otros grupos para intercambiar sus experiencias en diferentes áreas de la empresa y facilitar la comunicación. Esta acción ejemplifica claramente la dinámica no-lineal de la empresa, en la que los rizos de retroalimentación, en este caso, de un grupo hacia otro, puede fomentar rápidamente una nueva forma de percibir las informaciones y consecuentemente nuevas maneras de trabajar.

Un punto interesante ha sido la emergencia de la preocupación tanto por establecer acciones donde se pudiesen desarrollar las competencias débiles, como por realizar acciones donde se pudiesen aprovechar los puntos fuertes y enseñarlos a los demás. Esto pasó entre las semanas 8 y 10.

Ambos grupos manifestaron estar interesados en mostrar sus competencias fuertes, tanto que surgieron dos iniciativas que en principio no estaban relacionadas con la tarea, sino más bien con el ambiente y el clima de trabajo. El grupo A en la semana 12 implantó una especie de juego entre los individuos durante las comidas en la cocina de la empresa. Después de cada comida, un individuo presentaba alguna curiosidad que estuviera bajo su dominio de conocimiento personal. Como ejemplo, se realizaron presentaciones de magia, de cuentos, de chistes, de dibujo, etc. Esta acción se realizó cada día durante ocho días, hasta que la dirección de la empresa decidió reprimir la iniciativa debido al ruido que provocaba. Se refuerza la importancia del apoyo externo de la cultura organizacional en la experimentación de los grupos.

El grupo B, a su vez, realizó una página web con todas las fotos que los individuos tenían sacadas de fiestas de la empresa y de encuentros de los empleados fuera y dentro de la empresa.

De manera general, la percepción de los individuos sobre el aumento de la creatividad, detectada por la aplicación de los cuestionarios, se concretó en acciones creativas emergentes. Los grupos, al autoorganizarse, se percibieron y se volvieron más creativos en la práctica.

7 CONCLUSIONES

En una ciudad de Grecia vivía un sabio, famoso porque tenía respuesta a todas las preguntas. Un día un joven conversando con un amigo, dijo: “Creo que sé cómo engañar al sabio. Voy a llevarle un pájaro en la mano y le preguntaré si está vivo o muerto. Si dice que está vivo, lo apretaré y una vez muerto lo dejaré caer al suelo. Si dice que está muerto lo dejaré volar.” El joven llegó hasta el sabio y le hizo la pregunta: “sabio, ¿el pájaro que está en mi mano está vivo o muerto?” El sabio miró al joven y le dijo: “muchacho, la respuesta está en tu mano”.

Cuento Sufi

Consideraciones preliminares

En esta tesis, se utilizó el modelo de autopoiesis para explicar el comportamiento dinámico de autoproducción de los grupos estudiados en el tiempo. De forma similar, se utilizó el modelo de estructuras disipativas para explicar el comportamiento de los grupos estudiados en forma de una estructura dinámica, y no de una estructura espacial estática; es decir, la dinámica estructural en función del tiempo y el espacio, y su relación con el entorno.

Se han discutido varias características de los modelos de estructuras disipativas y autopoiesis. Ahora interesa explorar un poco más las informaciones obtenidas en este estudio con relación a los dos modelos investigados. Lo que es cierto es que ambos modelos hablan de autoorganización, pero en diferentes niveles. En principio, la autopoiesis no se preocupa por las estructuras con relación al tiempo y al espacio, lo que hace que Capra (1996) las defina como el “patrón” en su modelo genérico de la vida. Para este autor, la autopoiesis es la configuración de relaciones que determina las características esenciales del sistema. La realización o corporeización física del patrón de organización en un sistema

correspondería a la estructura disipativa. Ambos procesos estarían constantemente vinculados mediante la cognición, responsable de la continua corporeización física del patrón de organización del sistema.

Jantsch (1980b, 1981) presenta la autopoiesis como una forma de autoorganización que corresponde a la *función* del sistema de autoproducirse o autorrenovarse. Engloba todas las características de los procesos del grupo en función del tiempo. El grupo tiene la función autorreferente de producir algo que le es interno, el propio grupo.

Considerando el modelo autopoietico utilizado en la investigación, los grupos produjeron su unidad autónoma y su autorreferencia, resultando en acciones creativas mediante la autoorganización. En este modelo, es fácil percibir la ausencia de una variable externa de control. Esto se debe a que la autopoiesis en esencia y definición se vale por sí misma, es un proceso de autoproducción.

Los conceptos de “función” de Jantsch y de “patrón” de Capra son muy similares en definición aunque uno incluya el tiempo y el otro no. Si los aplicamos al estudio de los grupos, indican que el grupo tiene la *función* de producirse a sí mismo y este también es su *patrón* de organización. Ambas definiciones ofrecen una idea muy dinámica de lo que es la autopoiesis, hecho que se ha podido observar en la investigación empírica.

Similarmente, las definiciones de los dos autores son muy parecidas en lo que se refiere a las estructuras disipativas. Ambos las explican como la *estructura* de un sistema. Si para Capra una estructura disipativa es la corporeización física del patrón de organización (de la autopoiesis), para Jantsch es la organización de procesos interactivos en función del tiempo y el espacio.

Lo que se puede concluir de todo eso es que la autoorganización mediante la perspectiva de las estructuras disipativas ofrece una visión distinta de la autoorganización autopoietica. Mientras la segunda está centrada en la función autoprodutora del grupo, la primera está centrada en la estructuración dinámica del grupo en el tiempo y el espacio, relacionándola con el entorno. El modelo autopoietico está orientado a la descripción de la organización y el modelo de las estructuras disipativas está orientado a la descripción de la estructura.

La autopoiesis describe el *cierre* o *clausura organizacional* de los grupos con el fin de producirse a sí mismo y la estructura disipativa representa la *apertura estructural* de los grupos a los flujos de energía en forma de información. Esta diferenciación es importante para futuras

investigaciones. De acuerdo con los objetivos propuestos, se puede utilizar un modelo u otro para sacar conclusiones más específicas sobre cada uno. Un grupo que llegue a funcionar de acuerdo con ambas teorías, como observado con los grupos pequeños estudiados, es cerrado con relación a su organización, y abierto respecto a su estructura. El grupo es entonces capaz de mantener su forma estable de manera autónoma, estando sujeto a los flujos de energía que fluyen a través de él, y autoorganizándose.

Llegados a este punto, es importante recordar que, como se dijo en el capítulo de introducción de esta tesis, los grupos estudiados y la aplicación de las teorías de la autoorganización se refieren a empresas tecnológicas de alta velocidad, como pertenecientes al sector de la economía digital.

Conviene también recordar que los grupos de la empresa de tecnología investigada son grupos creativos, en los que la absorción de información y su transformación en acciones concretas mediante el aprendizaje y la creatividad son fundamentales para mantener la eficacia.

Por lo tanto, las conclusiones sacadas de la presente tesis se refieren prioritariamente a los grupos pequeños de trabajo con estas dos características, o sea, que pertenezcan a empresas de alta velocidad y que sean creativos.

Conclusiones

Inicialmente, se pueden establecer algunas afirmaciones generales sobre los aspectos estudiados. Primero, que los modelos establecidos de las dinámicas complejas bajo las perspectivas de las estructuras disipativas y de la autopoiesis son capaces de explicar el comportamiento de los dos grupos pequeños de trabajo investigados. Segundo, que las relaciones entre las variables siguen una dinámica compleja, que hay relaciones más fuertes y otras más débiles (como se ha visto en el ítem 4 del apartado 6.5), y que la retroalimentación es importante para establecer este proceso dinámico complejo. Y tercero, que una intervención inicial es suficiente para estimular los grupos estudiados en dirección a la autoorganización creativa. Dicho esto, vayamos por partes.

Para establecer las conclusiones de este estudio, retomemos las hipótesis iniciales presentadas en el capítulo 1. Dos eran las principales hipótesis:

1. Que los grupos pequeños de trabajo son estructuras que poseen el potencial de autoorganización.

Los grupos estudiados han puesto de manifiesto que, si se dan las condiciones adecuadas, son capaces de autoorganizarse en forma de acciones creativas.

Estas condiciones implican en primer lugar, el apoyo externo por parte de la organización para que puedan discutir abiertamente sus ideas y para que puedan experimentar sin miedo. La segunda condición es que se les ofrezca información verdadera y fiable que provoque una ruptura de simetría en los paradigmas compartidos. En este estudio, esta información ha sido administrada mediante una intervención.

La nueva información facilitada por el proceso de evaluación por competencias ha podido romper las estructuras cognitivas existentes, haciendo que los grupos percibiesen nueva información, resultando en una mayor conciencia de sus necesidades reales. La parte restante del proceso autoorganizativo ha ocurrido por sí sola, como se esperaba.

El estudio observó que una vez perturbados y desestructurados los paradigmas compartidos (definidos en el apartado 3.4.2), y una vez reducido el control y la rigidez externos, los grupos pasaron por procesos de disminución del miedo y aumento de autorreferencia, autonomía y creatividad. Este proceso consiste en la dinámica autoorganizativa de los grupos.

Por lo tanto, se ha presentado que los grupos pequeños de trabajo estudiados poseen el potencial inherente de la autoorganización.

2. Que dos modelos de autoorganización originarios de la termodinámica (estructuras disipativas) y biología (autopoiesis) son capaces de explicar el comportamiento dinámico de los grupos pequeños de trabajo.

Al alejarse del equilibrio, liberándose del control y del miedo, el grupo trabaja cerca de sus fronteras y disipa energía con el entorno, posibilitando el pasaje de un flujo de energía que le conduce a la autoorganización.

El modelo de las estructuras disipativas descrito mediante estas afirmaciones ha resultado capaz de explicar este comportamiento de emergencia creativa en los grupos pequeños estudiados.

Se observó que, al disminuir el control y el miedo, hubo un aumento en la dinámica autorreferencial del grupo y en la creatividad, caracterizando un proceso autoorganizativo complejo basado en las propiedades de la teoría de las estructuras disipativas.

Por otro lado, además de la autorreferencia, el grupo también evoluciona mediante procesos continuos de autonomía, con los cuales va definiendo su propia manera de funcionar y constituye una unidad.

El modelo de autopoiesis descrito a través de estas características también ha resultado capaz de explicar la dinámica de autoorganización creativa.

Se ha podido observar que el aumento de la autorreferencia y de la unidad autónoma resultó en el aumento de la creatividad, representando una dinámica autoorganizativa compleja de acuerdo con las características de la teoría autopoietica.

Además, el estudio ha puesto de manifiesto no sólo que ambos modelos explican las dinámicas de autoorganización de los grupos pequeños de trabajo, sino que lo hacen de manera distinta. Mientras el modelo de las estructuras disipativas representa la apertura de los grupos en cuanto a su estructura, el modelo autopoietico representa su cierre o clausura respecto a su organización.

En el capítulo 1, también se hacía referencia a tres subhipótesis, que ahora se quieren retomar:

- a. Que la complejidad observada en la dinámica de los grupos pequeños de trabajo puede originarse a partir de pequeñas acciones.

En primer lugar, se ha visto que una única intervención es suficiente para provocar la ruptura de simetría de los grupos y hacer emerger su potencial creativo mediante una dinámica compleja.

La acción externa de la intervención se ha limitado a implantar el desequilibrio. A partir de ahí, los propios grupos han fomentado la ruptura de simetría y han asumido la responsabilidad de autoobservación.

Pero más que eso, los grupos revelaron que les interesan las acciones pequeñas, como la exhibición de talentos en la cocina o la página web de fotos (como se ha presentado en la Tabla 11 y en el apartado 6.5). Estos hechos pueden influir de forma no-lineal en varios factores de la dinámica compleja, como el aumento de la cohesión, del trabajo en equipo, de la satisfacción laboral y en general de la creatividad.

Estos factores caracterizan que pequeñas acciones pueden influir de manera importante en la complejidad encontrada en el comportamiento de los grupos pequeños de trabajo, tanto para romper estructuras condicionadas como para estimular nuevas formas de funcionamiento.

- b. Que las propiedades cognitivas del ser humano incorporadas en grupos pequeños de trabajo son un diferencial importante en el estudio de la autoorganización.

Se ha observado que el hecho de que se hagan conscientes los puntos fuertes y débiles (como se ha descrito en el ítem 4 del apartado 6.2) de los individuos del grupo influye en que se interrumpa el proceso de defensa de las creencias de los paradigmas compartidos.

La consecuencia es que el grupo se vuelve más consciente con relación a sus necesidades y procesos internos. Surge el interés por desarrollar los puntos débiles y en ofrecer ayuda sobre los temas que dominan en forma de acciones creativas. Con eso, se crea espacio a nuevas maneras de funcionamiento, que surgen mediante el proceso autoorganizativo.

La cognición resultó ser un factor importante en la autoorganización de los grupos pequeños de trabajo porque influye en que el grupo madure y se vuelva responsable de si mismo, resultando en nuevas percepciones y acciones creativas.

- c. Que las creencias y paradigmas compartidos de un grupo pequeño de trabajo pueden afectar su rigidez frente a la autoorganización y evolución.

Igualmente a la subhipótesis anterior, se ha podido observar que muchas creencias que el grupo se esfuerza en defender son simplemente defensas que impiden su potencial creativo.

El ejemplo más claro ha sido el tema relacionado con la formación, en el que ambos grupos inicialmente se concentraron en quejarse de la supuesta falta de recursos externos de la empresa sin vislumbrar la posibilidad de que ellos mismos podían ofrecer opciones para solventar el tema. Los dos grupos, una vez liberados de esta rigidez perceptiva y operando lejos del equilibrio, han sido capaces de encontrar soluciones creativas mediante la autoorganización.

La ruptura de las creencias de los paradigmas compartidos del grupo resultó disminuir sus defensas rígidas facilitando el proceso autoorganizativo.

Comentarios finales

Para finalizar esta tesis, destacaremos algunos aspectos que sirven para reflexionar sobre las consecuencias de las informaciones aquí presentadas.

En primer lugar, nos fijaremos en el aspecto de la gestión empresarial. El hecho de que los grupos pequeños investigados en esta tesis hayan tenido un comportamiento autoorganizativo basado en los modelos establecidos por las teorías de las estructuras disipativas y de autopoiesis hace necesario reflexionar inicialmente sobre el tema de la gestión de estos grupos dentro de las empresas, especialmente en las empresas de alta velocidad.

Si la empresa desea estimular la dinámica autoorganizativa de los grupos, es necesario tener en cuenta por lo menos tres factores.

El primer factor es la importancia de la apertura proporcionada por la empresa a los cambios creativos. La estructura empresarial debe establecer un ambiente propicio que estimule el potencial innovador de los trabajadores, sin el cual la autoorganización se transforma en una organización controlada externamente. Un ambiente de este tipo incluye un margen para la experimentación sin penalización a los innovadores,

estimulando la actividad creativa grupal por encima de incentivar la competencia individual entre los miembros del grupo.

La apertura de la empresa está muy relacionada con las funciones de su líder. Senge (1990) presenta las funciones del líder empresarial como diseñador, mayordomo y maestro. Como diseñador, busca integrar el estilo de administración de los managers a los valores de la empresa para lograr una estructura que funcione en la práctica y se base en el entendimiento de las relaciones de interdependencia con el fin de constituir una totalidad. Como mayordomo, el líder se compromete con la evolución de su empresa y la trasciende como parte de la evolución de algo más grande, con poder de influencia en la sociedad. El líder maestro dirige la atención para ayudar a la gente a ver la realidad como un medio en el que puedan crear y aprender. Actuando como diseñador, mayordomo y maestro, el líder es capaz de establecer la apertura empresarial necesaria para que ocurran los procesos autoorganizativos.

El segundo factor importante para estimular la dinámica autoorganizativa es la forma en la que el grupo es gestionado por el manager. Según las conclusiones de esta tesis, para estimular la autoorganización de los grupos pequeños, hace falta desarrollar e implementar nuevas maneras de gestión basadas en este paradigma. Los managers necesitan estar familiarizados con la complejidad y la autoorganización, y a su vez, ellos mismos necesitan también ser gestionados bajo este paradigma. Este hecho remite a la importancia de la coherencia entre toda la estructura de la empresa, comprometida en entender y trabajar sus características complejas como una totalidad.

Además de la apertura ofrecida por la empresa y del estilo de administración del manager, un tercer factor facilitador de la autoorganización de los grupos es la historia y los aspectos psicológicos cognitivos de los individuos.

Estudios de Andrea Nelson (1989, 1996), John Nelson (1996), Lowen (1996) presentan una nueva perspectiva al utilizar directa e indirectamente conceptos de las teorías de la complejidad en el estudio de la psicología individual humana. Los estudios de Orstein (1986, 1991) y LeDoux (1996) sobre el funcionamiento del cerebro humano, y de otros autores como Goleman (1995, 1997), Grinberg (1976, 1979, 1987), Bennett (1969) y Goswami (1993) ofrecen una nueva perspectiva para entender el funcionamiento de las personas: el proceso de autoorganización del cerebro en cada momento, en cada situación única por la cual pasa cada individuo y de acuerdo con sus necesidades conscientes y reales.

En muchos de los aspectos comentados durante este estudio (autorreferencia, ruptura de simetría, el paradigma compartido), las mismas características descritas para los grupos pueden servir para estudiar las personas individualmente.

A partir de esta discusión, parece ser fundamental que la gestión empresarial busque llegar a una coherencia funcional del trío individuo-grupo-empresa (líder), que permita comprender y absorber la complejidad de las situaciones por las cuales pasan constantemente. De esta forma, es posible utilizar la incertidumbre del entorno como estímulo al aprendizaje de nuevas maneras de trabajar mediante la autoorganización, y al mismo tiempo mantener la eficacia de la empresa con relación a su entorno.

Dejando a parte la gestión empresarial, discutamos las consecuencias de los resultados de esta tesis en algunos aspectos de la investigación científica.

Este estudio ha hecho hincapié en las relaciones dinámicas de las variables de los modelos con el objetivo de explicar el comportamiento de los grupos. Esta perspectiva destaca la importancia de considerar los aspectos dinámicos de los grupos pequeños en cualquier investigación. Estos aspectos dinámicos han sido referidos por Zeleny (1981a) como “estados variantes del sistema” al hablar de autopoiesis. Se ha comentado en el capítulo 4 que puede haber una variedad de tipos intermediarios de sistemas en los que la organización autopoietica es un fenómeno corto, transitorio o alternante. Un grupo alopoiético es capaz de obtener organización autopoietica (autonomía) por poco tiempo, pero siendo incapaz de mantenerlo por causa de condiciones desfavorables prevalecientes, vuelve a su existencia alopoiética. Lo mismo pasa con la condición alejada del equilibrio: el grupo funciona como estructura disipativa mientras existan condiciones favorables para mantenerlo como tal. Una vez desestructuradas estas condiciones, el grupo vuelve a funcionar cerca o en equilibrio.

8 REFERENCIAS

*Yo prefiero ser esa metamorfosis ambulante que
tener aquella vieja opinión formada sobre todo.*

Raul Seixas

- AA.VV. (1990). *Orden y Caos*. Barcelona: Prensa Científica.
- Aldefer, Clayton. P. (1976). Change processes in organizations. En M. D. Dunnette (Ed.), *Handbook of industrial and organization psychology* (1591-1638). Chicago: Rand McNally College Publishing.
- Allen, Peter (1982): Self-organization in the urban system. En William C. Schieve y Peter M. Allen (Eds.), *Self-organization and dissipative structures: Applications in the physical and social sciences*. Austin, TE: University of Texas Press.
- Angyal, Andras (1941). *Foundations for a science of personality*. Cambridge: Harvard University Press.
- Ashby, W. Ross (1956). *An introduction to cybernetics*. London: Chapman and Hall..
- Ashby, W. Ross (1960). *Design of brain*. London: Chapman & Hall.
- Atkins, P. W. (1984). *La segunda ley*. Barcelona: Prensa Científica, 1992.
- Back, K. W. (1992). This business of topology. *Journal of Social Issues*, 48(2), 51-66.
- Bak, Per y Chen, Kan (1991). Criticalidad autoorganizada. *Investigación y Ciencia*, 174(marzo), 18-25.
- Bales, Robert (1950). *Interaction process analysis: A method for study of small groups*. Cambridge: Addison-Wesly.

- Bales, Robert (1965). *Small groups: Studies in social interaction*. New York: Alfred A. Knopf.
- Ballmer, Thomas T. y Weizsäcker, Ernst von (1974). Biogenese und Selbstorganization. En Ernst von Weizsäcker (Ed.), *Offene Systeme I: Beiträge zur Zeitstruktur von Information, Entropie und Evolution*. Stuttgart: Klett.
- Bar-Tal, D. (1990). *Group beliefs: A conception for analyzing group structure, processes and behavior*. Londres: Springer Verlag.
- Beckman, Martin J. (1982). Trip Making and Locational Choice. En William C. Schieve y Peter M. Allen (Eds.), *Self-organization and dissipative structures: Applications in the physical and social sciences*. Austin, TE: University of Texas Press.
- Beer, Stafford (1985). *Diagnosing the system for organizations*. Chichester, Reino Unido: John Wiley and Sons.
- Bennett, John G. (1964). *Creative thinking*. Santa Fé, NM: Bennett Books, 1998.
- Bertalanffy, Ludwig von (1968). *Teoría general de los sistemas*. México: Fondo de Cultura Económica, 1976.
- Bion, Wilfred R. (1976). *Experiencias en grupos*. Buenos Aires: Paidós.
- Bohm, David (1988). *La totalidad y el orden implicado*. Barcelona: Kairós.
- Bohm, David y Peat, F. David. (1987). *Ciencia, orden y creatividad: Las raíces creativas de la ciencia y la vida*. Barcelona: Kairós (2ª edición, 1998).
- Boltzman, Ludwig (1909). *Wissenschaftliche abhandlungen von Ludwig Boltzman*. (Compilación de Fritz HAVENOHRL, 3 vols.). Leipzig: Barth.
- Bono, Edward de (1988). *Seis sombreros para pensar*. Barcelona: Paidós.
- Bono, Edward de (1994). *El pensamiento creativo*. Barcelona: Paidós.
- Briggs, John y Peat, F. David (1989). *Espejo y reflejo: Del caos al orden*. Barcelona: Gedisa, 1994 (2ª ed.).

- Briggs, John y Peat, F. David (1999). *Las siete leyes del caos*. Barcelona: Grijalbo
- Brillouin, Leon (1951). Maxwell's demon cannot operate: Information and entropy. *Journal of Applied Physics*, 22, 334-357.
- Bronowski, Jacob (1970). New concepts in the evolution of complexity. *Synthesis*, 21, 228-246.
- Brown, R. J. (1988). *Group processes: Dynamics within and between groups*. Oxford: Blackwell.
- Brown, Shona L. y Eisenhardt, Kathleen M. (1998). *Competing on the edge*. Harvard Business School Press.
- Capra; Fritjof (1983). *O tao da física*. São Paulo: Cultrix, 1997.
- Capra, Fritjof (1996). *La trama de la vida*. Barcelona: Anagrama, 1998.
- Carneiro, Robert L. (1982). Sucessive reequilibrations as the mechanism of cultural evolution. En William C. Schieve y Peter M. Allen (Eds.), *Self-organization and dissipative structures: Applications in the physical and social sciences*. Austin, TE: University of Texas Press.
- Cartwright, Dorwin y Zander, Alvin (1968). *Group dynamics: Research and theory*. New York: Harper and Row.
- Cheng, Yu Ting y Van de ven, Andrew H. (1996). Learning the innovation journey: Order out of chaos? *Organization Science*, 7(6), 593-614.
- Clegg, S. R. (1990). *Modern organization: Organization studies in the postmodern world*. London: Sage.
- Contractor, Noshir S. (1998). Self-organizing systems research in the social sciences: Reconciling the metaphors and the model. Artículo presentado en el 48° *Annual Conference of the International Communication Association*. Jerusalem. Fuente: <http://www.tec.spcomm.uiuc.edu/nosh/icasost/nc.html>
- D'Aquili, D. Eugene y Newberg, Andrew (1999). *The mystical mind: Probing the biology of religious experience*. Augsburg: Augsburg Fortress Publishers.

- Daümling, A. M., Fengler, J., Nellessen, L. y Svensson, A. (1982). *Dinámica de grupos*. Madrid: Anaya.
- Deutch, M. y Kraus, R. M. (1976). *Teoría en psicología social*. Buenos Aires: Paidós.
- Eigen, Manfred (1971). Molecular self-organization and the early stages of evolution. *Quarterly Reviews of Biophysics*, 4(2y3), 149.
- Eigen, Manfred y Schüster, Paul (1979). *The hypercycle: A principle of natural self-organization*. Berlín, Springer.
- Einstein, Albert (1933). *On the method of theoretical physics*. New York: Oxford University Press.
- Einstein, Albert (1984a). El sentimiento cósmico religioso. En Ken Wilber (Ed.), *Cuestiones cuánticas*. Barcelona: Kairós.
- Einstein, Albert (1984b). Ciencia y religión. En Ken Wilber (Ed.), *Cuestiones cuánticas*. Barcelona: Kairós.
- Elkaim, Mony (1988). Leyes intrínsecas, singularidades, cambios. En Ilya Prigogine, *El tiempo y el devenir*. Barcelona: Gedisa.
- Feigenbaum, Mitchell J. (1978). Quantitative universality for a class of nonlinear transformations. *Journal of Statistical Physics*, 19(1), 25-52.
- Feigenbaum, Mitchell J. (1979). The universal metric properties of nonlinear transformations. *Journal of Statistical Physics*, 21, 6669-6706.
- Feigenbaum, Mitchell J. (1980). Universal behavior in nonlinear systems. *Los Alamos Science*, 1, 4-27.
- Foerster, Heinz von (1976). An epistemology for living things. En K. Wilson (Ed.), *Collected works of the biological computer laboratory*. Peoria, IL: Illinois Blueprint.
- Garcia, John David (1991). *Creative Transformation: a practical guide for maximizing creativity*. Eugene, OR: Noetic Press y Ardmore, PE: Whitmore Publishing Company.
- García, Salvador y Dolan, Simón L. (1997). *La dirección por valores*. Madrid: McGraw-Hill.

- Gemmill, Gary y Smith, Charles (1985). A dissipative structure model of organization transformation. *Human Relations*, 38(8), 751-766.
- Gibb, J. y Gibb, L. (1971). The process of group actualization. En J. Akin (Ed.), *Language behavior* (171-187). Haya (Holanda): Mouton.
- Glansdorff, P. y Prigogine, I. (1971). *Thermodynamics, structure, stability and fluctuations*. New York: Wiley.
- Gleick, James (1987). *Caos: La creación de una ciencia*. Barcelona: Seix Barral, 1988.
- Glor, Eleanor D. (1988). What do we know about enhancing creativity and innovation? A review on literature. *The Innovation Journal*. Fuente: http://www.innovation.cc/peer_reviewed/creativ7.htm
- Goffman, Erving (1997). *Frame analysis: An essay on the organization of experience*. Boston: Northeastern University Press.
- Goldstein, Jeffrey (1988). A far from equilibrium approach to resistance to change. *Organization Dynamics*, autumn, 16-26.
- Goldstein, Jeffrey (1994). *The unshackled organization: Facing the challenge of unpredictability through spontaneous reorganization*. Portland, OR: Productivity Press.
- Goldstein, Jeffrey (2002). The Singular Nature of Emergent Levels: Suggestions for a Theory of Emergence. *Journal of Nonlinear Dynamics, Psychology, and Life Sciences*, 6(4). Fuente: <http://www.societyforchaostheory.org>
- Goleman, Daniel (1995). *Mentiras esenciales, verdades simples*. Rio de Janeiro: Editora Rocco.
- Goleman, Daniel (1997). *El punto ciego*. Barcelona: Plaza & Janés Editores.
- González, M^a Pilar (Coord.). (1995). *Psicología de los grupos: Teoría y aplicación*. Madrid: Síntesis.
- González, M^a Pilar (1997). *Orientaciones teóricas fundamentales en psicología de los grupos*. Barcelona: EUB.

- González, M^a Pilar y Barrull, Esteve (1995). Orígenes y evolución de la psicología de los grupos. En M^a Pilar González (Coord.), *Psicología de los grupos: Teoría y aplicación* (15-43). Madrid: Síntesis
- González, M^a Pilar y Cornejo, José Manuel (1993). Los grupos: Núcleos mediadores en la formación y cambio de actitudes. *Psicothema*, 5, suplemento, 213-223.
- González, M^a Pilar, Silva, Manuel y Cornejo, José Manuel (1996). *Equipos de trabajo efectivos*. Barcelona: PPU.
- Goswami, Amit (1993). *The self-aware universe*. New York: Tarcher/Putnam.
- Gould, S.J. y Eldrege, N. (1977). Punctuated equilibria: The tempo and mode of evolution reconsidered. *Paleobiology*, 3, 115-151.
- Grinberg-Zylberbaum, Jacobo (1976). *Nuevos principios de psicología fisiológica: La expansión de la conciencia*. Mexico, DF: Trillas.
- Grinberg-Zylberbaum, Jacobo (1979). *El cerebro consciente*. Mexico, DF: Trillas.
- Grinberg-Zylberbaum, Jacobo (1987). *Meditación auto-alusiva*. Mexico, DF: Instituto Nacional para el Estudio de la Conciencia.
- Guastello, Stephen J., Johnson, Elizabeth A. y Rieke, Mark L. (1999). Nonlinear dynamics of motivational flow. *Nonlinear Dynamics, Psychology, and Life Sciences*, 3(3), 259-273.
- Haken, Hermann (1977). *Synergetics: Nonequilibrium phase transitions and self-organization in physics, chemistry and biology*. New York: Springer.
- Haken, Herman (1983). *Laser theory*. Berlín: Springer.
- Haken, Herman (1987). Synergetics: An approach to self-organization. En F. Eugene Yates (Ed.), *Self-organizing systems*. New York: Plenum.
- Haken, Hermann y Wunderlin, Arne (1990). El caos determinista. *Mundo Científico*, 10(108), 1210-1217.
- Hawking, Stephen W. (1988). *Historia del tiempo: Del big bang a los agujeros negros*. Barcelona: Planeta-De Agostini, 1992.

- Hayles, N. Katherine (1990). *La evolución del caos: El orden dentro de desorden en las ciencias contemporáneas*. Barcelona: Gedisa, 1993.
- Heisenberg, Werner (1984a). La verdad habita en las profundidades. En Ken Wilber (Ed.), *Cuestiones cuánticas*. Barcelona: Kairós.
- Heisenberg, Werner (1984b). Verdades científicas y verdades religiosas. En Ken Wilber (Ed.), *Cuestiones cuánticas*. Barcelona: Kairós.
- Heisenberg, Werner (1984c). El debate entre Platón y Demócrito. En Ken Wilber (Ed.), *Cuestiones cuánticas*. Barcelona: Kairós.
- Heisenberg, Werner (1984d). La ciencia y lo bello. En Ken Wilber (Ed.), *Cuestiones cuánticas*. Barcelona: Kairós.
- Heisenberg, Werner (1984e). Si la ciencia es consciente de sus límites. En Ken Wilber (Ed.), *Cuestiones cuánticas*. Barcelona: Kairós.
- Hirshhorn, L. (1988). *The workplace within*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Hofstadter, Douglas R. (1982): Temas metamágicos. *Investigación y Ciencia*, 64(enero), 103-113.
- Hofstadter, Douglas R. (1990). Analogía con fluidos y creatividad humana. En Jorge Wagensberg (Ed.): *Sobre la imaginación científica*. Barcelona: Tusquets.
- Holanda Ferreira, Aurelio Buarque de (1999). *Novo dicionário Aurelio: Século XXI*. São Paulo: Nova Fronteira.
- Horowitz, Mardi (1983). Psychological response to serious life events. En Shlomo Breznitz (Ed.), *The denial of stress*. New York: International Universities Press.
- Hurst, David K. (1995). *Crisis and renewal: Meeting the challenge of organizational change*. Harvard Business School Press.
- Ibáñez, J. (1979). *Más allá de la Sociología: El grupo de discusión, técnica y crítica*. Madrid: Siglo XXI.
- Janis, Irving (1983). *Victims of groupthink*. Boston: Houghton Mifflin.

- Jantsch, Erich y Waddington, Conrad H. (Eds.). (1976). *Evolution and consciousness: Human systems in transition*. Reading, MA: Addison-Wesley Advanced Book Program.
- Jantsch, Erich (1980a). *The self-organizing universe*. New York: Pergamon Press.
- Jantsch, Erich (1980b). The unifying paradigm behind autopoiesis, dissipative structures, hyper- and ultracycles. En M. Zelleny (Ed.): *Autopoiesis, dissipative structures, and spontaneous social orders*. Boulder, CO: Westview Press.
- Jantsch, Erich (1981). Autopoiesis: a central aspect of dissipative self-organization. En M. Zelleny (Ed.): *Autopoiesis: A theory of living organization*. New York: North Holland Press.
- Jantsch, Erich (1982). *The evolutionary vision*. Boulder, CO: Westview Press.
- Kauffman, Stuart A. (1992). Anticaos y adaptación. *Investigación y Ciencia*, enero, 46-53.
- Kauffman, Stuart A. (1993). *The origins of order: Self-organization and selection in evolution*. New York: Oxford University Press.
- Kauffman, Stuart A. (1995). *At home in the universe: The search for laws of self-organization and complexity*. New York: Oxford University Press.
- Kaufmann, A. y Gil Aluja J. (1990). *Las matemáticas del azar y de la incertidumbre*. Madrid: Editorial Centro de Estudios Ramon Areces.
- Kirton, Miachel J.(1989). *Adaptors and Innovators: styles of creativity and problem-solving*. London: Routledge.
- Klein, Melanie (1974). *Obras completas*. Buenos Aires: Horme.
- Kosko, Bart.(1993). *Pensamiento borroso*. Barcelona: Crítica (Grijalbo Mondadori), 1995.
- Kowles, Richard N. (2001). Self-organizing leadership: A way of seeing what is happening in organizations and a pathway to coherence. *Emergence: A journal of complexity*, 3(4), 111-126. Fuente: <http://www.emergence.org>

- Koyré, Alexandre (1968). *Études Newtoniennes*. Paris: Gallimard.
- Kuhn, Thomas S. (1962). *La estructura de las revoluciones científicas*. México, DF: Fondo de Cultura Económica (1975).
- Laing, Ronald D. (1969). *The politics of family*. Toronto: CBC Publications.
- Landauer, Rolf y Bennett, Charles H. (1985). The fundamental physical limits of computation. *Scientific American*, 253(1), 48-56.
- Langton, Christopher G. (1986). Studying life with cellular automata. *Physica*, 22D, 120-149.
- Langton, Christopher G. (1990). Computation at the edge of chaos: Phase transitions and emergent computation. *Physica*, 42(D), 12-37.
- Langton, Christopher G. (1992). La vista desde el límite. En Roger Lewin, *Complejidad: El caos como generador del orden*. Barcelona: Tusquets.
- Laszlo, Ervin (1987). *Evolución: La gran síntesis*. Madrid: Espasa Calpe, 1988.
- Laszlo, Ervin (1989). *La gran bifurcación*. Barcelona: Gedisa (3ª edición), 1997.
- LeDoux, Joseph (1996). *El cerebro emocional*. Barcelona: Ariel (Planeta), 1999.
- Leifer, Richard (1989). Understanding organizational transformation using a dissipative structure model. *Human Relations*, 42(2), 899-916.
- Lessing, Doris M (1987). *Prisons we choose to live inside*. New York: HarperCollins.
- Lewin, Kurt (1947). Frontiers in group dynamics. *Human Relations*, 1, 2-38.
- Lewin, Kurt (1978). *La teoría del campo en la ciencia social*. Buenos Aires. Paidós.
- Lewin, Roger (1992). *Complejidad: El caos como generador del orden*. Barcelona: Tusquets, 1995.
- Lorenz, Edward N. (1972). El efecto mariposa. En E. N. LORENZ (1993), *La esencia del caos*. Madrid: Debate.

- Lorenz, Edward N. (1993). *La esencia del caos*. Madrid: Debate, 1995.
- Lovelock, James (1979). *Gaia*. New York: Oxford University Press.
- Lowen, Alexander (1996). The energy dynamics of depression: Healing depression through bodywork. En Nelson y Nelson (Eds.), *Sacred Sorrows: Embracing and transforming depression*. New York: Tarcher/Putnam.
- Luhmann, Niklas (1980). *Sistemas sociales: Lineamientos para una teoría general*. Barcelona: Anthropos, 1998.
- Luhmann, Niklas (1990). The autopoiesis of social systems. En Niklas Luhmann (1990), *Essays on self-reference*. New York: Columbia University Press.
- Luhmann, Niklas (1995). *Introducción a la teoría de sistemas*. Mexico, DF: Universidad Iberoamericana.
- Macshea, Dan (1992). La complejidad y la realidad del progreso. En Roger Lewin (1992), *Complejidad: El caos como generador del orden*. Barcelona: Tusquets.
- Mandelbrot, Benoît B. (1975). *Los objetos fractales: Forma, azar y dimensión*. Barcelona: Tusquets Editores, 1993.
- Mandelbrot, Benoît B. (1977, rev. 1983). *La geometría fractal de la naturaleza*. Barcelona: Tusquets Editores, 1997.
- Mandelbrot, Benoît B. (1990). Intervención en el primer debate general. La imaginación científica contada por ellos mismos. En Jorge Wagensberg (Ed.), *Sobre la imaginación científica*. Barcelona: Tusquets.
- Mandelbrot, Benoît B. (1996). Del azar benigno al azar salvaje. *Investigación y Ciencia*, diciembre, 14-20.
- Margalef, Ramón (1986). Intervención en el primer debate general. Determinismo e indeterminismo en la ciencia moderna. En Jorge Wagensberg (Ed.), *Proceso al azar*. Barcelona: Tusquets.
- Margulis, Lynn y Lovelock, James (1974). Biological modulation of the earth's atmosphere. *Icarus*, 21, 471-489.

- Margulis, Lynn y Sagan, Dorion (1986). *Microcosmos*. Barcelona: Tusquets Editores, 1995.
- Maruyama, Magoroh (1963). The second cybernetics: deviation-amplifying mutual causal processes. *American Scientist*, 51, 164-179 (reimpreso en W. Buckley (Ed.) (1968). *Modern Systems Research for the Behavioral Scientist*. Chicago: Aldine Publishing Company).
- Maturana, Humberto R. (1981). Autopoiesis. En M. Zeleny (Ed.), *Autopoiesis: A theory of living organization*. New York: North Holland Publishers.
- Maturana, Humberto R. (1994). Prefacio a la segunda edición. En Humberto R. Maturana y Francisco J. Varela, *De máquinas y seres vivos: Autopoiesis, la organización de lo vivo*. Santiago de Chile: Editorial Universitaria.
- Maturana, Humberto R. (1995). *La realidad: ¿Objetiva o construida? I. Fundamentos biológicos de la realidad*. Barcelona: Anthropos.
- Maturana, Humberto R. (1996). *La realidad: ¿Objetiva o construida? II. Fundamentos biológicos del conocimiento*. Barcelona: Anthropos.
- Maturana, Humberto R. y Varela, Francisco J. (1973). *De máquinas y seres vivos: Autopoiesis, la organización de lo vivo*. Santiago de Chile: Editorial Universitaria (4ª edición), 1994.
- Maturana, Humberto R. y Varela, Francisco J. (1980). *Autopoiesis and cognition: The realization of the living*. Boston: Reidel Publishing Company.
- Maturana, Humberto R. y Varela, Francisco J. (1990). *El árbol del conocimiento: Las bases biológicas del conocimiento humano*. Madrid: Debate.
- May, Robert M. (1974). Biological populations with nonoverlapping generations: Stable points, stable cycles, and chaos. *Science*, 186, 645-646.
- May, Robert M. (1976). Simple mathematical models with very complicated dynamics. *Nature*, 261(5560), 459-467.
- May, Robert M. (1991). El caos en biología. *Mundo Científico*, 115(11), 746-754.

- Mayo, Elton (1933). *The human problems of an industrial civilization*. New York: Mcmillan.
- McGraw Hill Small Group Communications Site (2003). *Creativity in Small Groups*. Fuente: <http://www.mhhe.com/socscience/comm/group/students/creativity.htm>
- Montuori, Alfonso y Purser, Ronald E. (1997). *Social creativity: The challenge of complexity*. Fuente: <http://www.ciis.edu/faculty/articles/montuori/socialcreativity.pdf>
- Moreno, Jacob Leví (1954). *Sociometría y psicodrama*. Buenos Aires: Deucalión.
- Morgan, Gareth (1986). *Images of organizations*. Newbury Park, CA: Sage Publications.
- Morin, Edgard (1981). *El método*. Madrid: Cátedra.
- Morin, Edgard (1982). *Ciencia con conciencia*. Barcelona: Antrophos, 1984
- Morin, Edgar (1990). *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona: Gedisa, 1994.
- Munné, Frederic (1985). ¿Dinámica de grupos o actividad del grupo?. *Boletín de Psicología*, 9, 29-48.
- Munné, Frederic (1989). *Entre el individuo y la sociedad: Marcos y teorías actuales sobre el comportamiento interpersonal*. Barcelona: PPU (2ª edición), 1993.
- Munné, Frederic (1993). La teoría del caos y la psicología social. En I. Fernández Jiménez y M. F. Martínez (Comp.): *Epistemología y procesos psicosociales básicos*. Sevilla: Eudema.
- Munné, Frederic (1994a). Complejidad y caos: Más allá de una ideología del orden y del desorden. En M. Montero (Coord.): *Conocimiento, realidad e ideología*. Caracas: Avespo.
- Munné, Frederic (1994b). Del pluralisme teoric a la complexitat. *Anuari de Psicologia*, 1, 100-111.

- Munné, Frederic (1995a). Las teorías de la complejidad y sus implicaciones en las ciencias del comportamiento. *Revista Interamericana de Psicología*, 29(1), 1-12.
- Munné, Frederic (1995b). Las teorías psicosociales y el análisis e intervención en las organizaciones. *Comportamento Organizacional e Gestão*, 1, 37-48.
- Munné, Frederic (1995c). *La interacción social: Teorías y ámbitos*. Barcelona: PPU.
- Munné, Frederic (1997a). Entrevista com Frederic Munné: “Psicologia social e epistemologia: questão complexa ou complicada?”. *Psicologia & Sociedade*, 9(1/2), 5-30.
- Munné, Frederic (1997b). Pluralismo teórico y comportamiento social. *Psicologia & Sociedade*, 9(1/2), 31-46.
- Munné, Frederic (1999). Pròleg. En Esteve Vendrell, *Dinàmica de grups i psicologia dels grups*. Barcelona: Edicions de la Universitat de Barcelona.
- Munné, Frederic (2000). Avances epistemológicos en el comportamiento social. *Apuntes del curso de Doctorado*. Barcelona: Univesitat de Barcelona.
- Navarro, José Cid (2001). *La organización como sistema dinámico complejo*. Tesis doctoral presentada a la Universidad de Barcelona. Fuente: <http://www.tdcat.cesca.es>
- Nelson, Andrea (1989). *Chaos and Order in the world of the Psyche*. New York: Routledge.
- Nelson, Andrea (1996). Chaos Theory and Depression: Desintegrating into a new life. En A. Nelson y J. Nelson (Eds.), *Sacred Sorrows: Embracing and transforming depression*. New York: Tarcher/Putnam.
- Nelson, John E. (1996). Transpersonal psychology and depression: Attending to the state of the mind of the healer. En A. Nelson y J. Nelson (Eds.), *Sacred Sorrows: Embracing and transforming depression*. New York: Tarcher/Putnam.
- Nelson, Andrea y Nelson, John E. (Eds.). (1996). *Sacred Sorrows: Embracing and transforming depression*. New York: Tarcher/Putnam.

- Neumann, John von (1980). *El ordenador y el cerebro*. Barcelona : Antoni Bosch.
- Newberg, Andrew, D'Aquili, D. Eugene y Rause, Vince (2001). *Why God don't go away: Brain science and the biology of belief*. New York: Ballantine.
- Newcomb, T. M. (1943). *Personality and social change*. New York: Dryden.
- Nicolis, Grégoire y Prigogine, Ilya (1977). *Self-organization in nonequilibrium systems: From dissipative structures to order through fluctuations*. New York: Wiley-Interscience.
- Nicolis, Grégoire y Prigogine, Ilya (1987). *La estructura de lo complejo: En el camino hacia una nueva comprensión de las ciencias*. Madrid: Alianza, 1994.
- Nonaka, Ikujiro (1988a). Creating organizational order out chaos: Self-renewal in japanese firms. *California Management Review*, spring, 57-73.
- Nonaka, Ikujiro (1988b). Toward middle-up-down management: Accelerating information creation. *Sloan Management Review*, spring, 9-18.
- Orstein, Robert E. (1991). *The evolution of consciousness*. New York: Touchstone.
- Orstein, Robert E. (1996). *The psychology of consciousness*. New York: Penguin.
- Ortiz, José Ramón (1991). *La lógica del caos*. Caracas: Kapelusz.
- Packard, Norman (1992). La vista desde el límite. En Roger Lewin, *Complejidad: El caos como generador del orden*. Barcelona: Tusquets.
- Pagels, Heinz (1988). *The dreams of reason*. New York: Simon & Schuster.
- Pauli, Wolfgang (1984). La unión de lo racional y lo místico. En Ken Wilber (Ed.), *Cuestiones cuánticas*. Barcelona: Kairós.
- Peiró, José M^a (1987). *Psicología de la organización*. Madrid: UNED.

- Peiró, José M^a (1990). *Organizaciones: Nuevas perspectivas psicosociológicas*. Barcelona: PPU.
- Penrose, Roger (1991). *La nueva mente del emperador*. Madrid, Mondadori.
- Penrose, Roger (1994). *Shadows of the mind*. Oxford: Oxford University Press.
- Planck, Max (1984). El misterio de nuestro ser. En Ken Wilber (Ed.), *Cuestiones cuánticas*. Barcelona: Kairós.
- Pribamm, Karl (1990). *Cerebro, mente y holograma*. Madrid, Alhambra.
- Prigogine, Ilya (1972). La termodinámica de la vida. En Ilya Prigogine, *¿Tan sólo una ilusión? Una exploración del caos al orden*. Barcelona: Tusquets.
- Prigogine, Ilya (1980). *From being to becoming: Time and complexity in the physical sciences*. New York: W. H. Freeman and Company.
- Prigogine, Ilya (1982). Tan sólo una ilusión. En Ilya Prigogine, *¿Tan sólo una ilusión? Una exploración del caos al orden*. Barcelona: Tusquets.
- Prigogine, Ilya (1983). *¿Tan sólo una ilusión? Una exploración del caos al orden*. Barcelona: Tusquets.
- Prigogine, Ilya (1986). Enfrentándose con lo irracional. En Jorge Wagensberg (Ed.), *Proceso al azar*. Barcelona: Tusquets.
- Prigogine, Ilya (1988a). *El nacimiento del tiempo*. Barcelona: Tusquets, 1991.
- Prigogine, Ilya (1988b). *El tiempo y el devenir*. Barcelona: Gedisa (1996). Coloquio de Cerisy
- Prigogine, Ilya (1993). *Las leyes del caos*. Barcelona: Crítica, 1997.
- Prigogine, Ilya (1997). *El fin de las certidumbres*. Madrid: Taurus.
- Prigogine, Ilya y Allen, Peter M. (1982). The Challenge of complexity. En William C. Schieve y Peter M. Allen (Eds.), *Self-organization and dissipative structures: Applications in the physical and social sciences*. Austin, TE: University of Texas Press.

- Prigogine, Ilya y Stengers, Isabelle (1975). Naturaleza y creatividad. En Ilya Prigogine, *¿Tan sólo una ilusión? Una exploración del caos al orden*. Barcelona: Tusquets.
- Prigogine, Ilya y Stengers, Isabelle (1979). *La nueva alianza: Metamorfosis de la ciencia*. Madrid: Alianza, 1983.
- Prigogine, Ilya y Stengers, Isabelle (1984). *Order Out of Chaos*. New York: Bantam.
- Quijano, Santiago D. de (1987). *Introducción a la psicología de las organizaciones*. Barcelona: PPU.
- Quijano, Santiago D. de (1993). *La psicología social en las organizaciones: Fundamentos*. Barcelona: PPU.
- Quijano, Santiago D. de (1994). Cambio organizativo y cambio cultural: La doble perspectiva de las ciencias sociales. *Anthropológica*, 15-16, 91-104.
- Quijano, Santiago D. de y Navarro, José (1999). El ASH (Auditoría del Sistema Humano), los modelos de calidad y la evaluación organizativa. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 52(2/3), 301-328.
- Quijano, Santiago D. de y Silva, Manuel (1995). Los grupos en las organizaciones. En M^a Pilar González (Coord.), *Psicología de los grupos: Teoría y aplicación*. Madrid: Síntesis.
- Rasmussen J. (1981). Models of mental strategies in process plant diagnosis. En Rasmussen J. y Rouse W.B. (Eds.), *Human detection and diagnosis of system failures*. New York: Plenum.
- Reason, James T. (1990). *Human Error*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Reiss, David (1981). *The family's construction of reality*. Cambridge: Harvard University Press.
- Rice, A. K. (1977). *Aprendizaje del liderazgo*. Barcelona: Herder.
- Richards, Diana (1990). Is strategic decision making chaotic? *Behavioral Science*, 35, 219-232.

- Ruelle, David (1989). *Chaotic evolution and strange attractors: The statistical analysis of time series for deterministic nonlinear systems*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ruelle, David (1991). *Azar y caos*. Madrid: Alianza Universidad, 1993.
- Russell, Bertrand (1923). Vagueness. *Australian Journal of Philosophy*, 1, 84-92.
- Schrödinger, Erwin (1944). *¿Qué es la vida?*. Barcelona: Tusquets, 2001.
- Schrödinger, Erwin (1984a). ¿Charlamos sobre física? En Ken Wilber (Ed.), *Cuestiones cuánticas*. Barcelona: Kairós.
- Schrödinger, Erwin (1984b). La unidad de la mente. En Ken Wilber (Ed.), *Cuestiones cuánticas*. Barcelona: Kairós.
- Schrödinger, Erwin (1984c). El yo que es Dios. En Ken Wilber (Ed.), *Cuestiones cuánticas*. Barcelona: Kairós.
- Schrödinger, Erwin (1984d). La visión mística. En Ken Wilber (Ed.), *Cuestiones cuánticas*. Barcelona: Kairós.
- Senge, Peter M.(1990). *La quinta disciplina: El arte y la práctica de la organización abierta al aprendizaje*. Barcelona: Granica,1992.
- Shannon, Claude E. (1948). A mathematical theory of communication. *Bell Systems Technical Journal*, 27, 379-423 y 623-656.
- Shannon, Claude E. y Weaver, Warren (1949). *The mathematical theory of communication*. Urbana: University of Illinois Press.
- Shapiro, R. L. (1985). Family dynamics and object relation theory: An analytic group-interpretative approach to family therapy. En A. Colman and M. Geller (Eds.), *Group relations reader 2*. Washington, DC: A.K. Rice Institute.
- Shaw, Robert (1981). Strange attractors, chaotic behavior, and information theory. *Zeitschrift für Naturforschung*, 36a, 79-112.
- Shepard, H. (1984). On the realization of human potential: A path with a heart. En M. Arthur, L. Bailyn, y D. Levinson (Eds.), *Working with careers* (25-46). New York: Columbia University School of Business.

- Sherif, M.(1936). *The psychology of social norms*. New York: Harper.
- Smale, Stephen (1967). Differentiable dynamical systems. *Bulletin of the American Mathematical Society*, 747-817.
- Smith, Charles (1986). Transformation and regeneration in social systems: A dissipative structure perspective. *Systems Research*, 3(4), 203-213.
- Smith, Charles y Comer, Debra (1994). Self-organization in small groups: A study of group effectiveness within non-equilibrium conditions. *Human Relations*, 47(5), 553-581.
- Smith, Charles y Gemmill, Gary (1991). Change in the small group: A dissipative structure perspective. *Human Relations*, 44(7), 697-716.
- Solé, Ricard V.; Bascompte, Jordi; Delgado, Jordi; Luque, Bartolo y Manrubia, Susanna C. (1996). Complejidad en la frontera del caos. *Investigación y Ciencia*, mayo, 14-21.
- Stacey, Ralph D. (1991). *The chaos frontier: Creative strategic control for business*. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Stacey, Ralph D. (1992). *Gestión del caos: Estrategias empresariales dinámicas para un mundo impredecible*. Barcelona: Ediciones S.
- Stacey, Ralph D. (1996). *Complexity and creativity in organizations*. San Francisco: Berrett-Koehler.
- Staubmann, H. M. (1997). Self-organization and the economy: A system-theoretical reconsideration of Georg Simmel's *Philosophy of Money*. En R. A. Eve, S. Horsfall y M. E. Lee (Eds.), *Chaos, complexity and sociology* (79-90). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Szilard, Leo (1929). On the reduction of entropy as a thermodynamic system caused by intelligent beings. *Zeitschrift für Physik*, 53, 840-856.
- Thom, René (1977). *Estabilidad estructural y morfogénesis*. Barcelona: Gedisa,1987.
- Thom, René (1980). *Parábolas y catástrofes*. Entrevista sobre matemática, ciencia y filosofía a cargo de Giulio Giorello y Simona Morini. Barcelona: Tusquets, 1985.

- Thom, René (1986). Determinismo e innovación. En Jorge Wagensberg (Ed.), *Proceso al azar*. Barcelona: Tusquets.
- Torres Nafarrete, Javier (1995). Introducción. Invitación a la lectura de la obra de Maturana. En H. Maturana, *La realidad: ¿Objetiva o construida? I. Fundamentos biológicos de la realidad*. Barcelona: Anthropos.
- Trillas, Enrique (1980). *Conjuntos borrosos*. Barcelona: Ediciones Vicens, 1980.
- Trillas, Enric y Gutierrez Rios, Julio (Eds.). (1992). *Aplicaciones de la lógica borrosa*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 1992.
- Tuckman, Bruce W. y Jensen, M. (1977). Stages in small group development revisited. *Group and Organizational Studies*, 2(4), 419-427.
- Turner, J. C. (1990). *Redescubir el grupo social*. Madrid; Morata.
- Turner, F. (1997). Foreword: Chaos and social science. En R. A. Eve, S. Horsfall y M. E. Lee (Eds.), *Chaos, complexity and sociology* (xi-xxvii). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Uribe, Ricardo B. (1975). Autop. En *Computer Based Educational System de la Universidad de Illinois (PLATO)*.
- Uribe, Ricardo B. (1981). Modeling Autopoiesis. En M. Zeleny (Ed.), *Autopoiesis: A theory of living organization*. New York: North Holland Press.
- Varela, Francisco J. (1981). Describing the logic of the living. En Milan Zeleny (Ed.), *Autopoiesis: A theory of living organization*. New York: Columbia University.
- Varela, Francisco J. (1994). Prefacio a la segunda edición. En Humberto R. Maturana y Francisco J. Varela (1973), *De máquinas y seres vivos: Autopoiesis, la organización de lo vivo*. Santiago de Chile: Editorial Universitaria.
- Varela, Francisco J. y Coutinho, Antonio (1991a). Immunoknowledge. En J. Brockman (Ed.), *Doing Science*, New York: Prentice-Hall.

- Varela, Francisco J. y Coutinho, Antonio (1991b). Second generation immune networks. *Immunology Today*, 12(5), 159-166.
- Varela, Francisco J., Maturana, Humberto y Uribe, Ricardo B. (1974). Autopoiesis: The organization of living systems, its characterization and a model. *Biosystems*, 5, 187-196.
- Vendrell, Esteve (1999). *Dinàmica de grups y psicologia dels grups*. Barcelona: Edicions de la Universitat de Barcelona
- Wagensberg, Jorge (1981). La necesidad del azar. *Mundo Científico*, 1(1), 32-43.
- Wagensberg, Jorge (1982). El azar creador. *Mundo Científico*, 2(12), 316-323.
- Wagensberg, Jorge (1985). *Ideas sobre la complejidad del mundo*. Barcelona: Tusquets Editores.
- Wagensberg, Jorge (1998). El progreso: ¿Un concepto acabado o emergente? En Wagensberg, Jorge y Agustí, Jordi (Eds.), *El progreso: ¿Un concepto acabado o emergente?* Barcelona: Tusquets.
- Wagensberg, Jorge (Ed.). (1986). *Proceso al azar*. Barcelona: Tusquets Editores.
- Wagensberg, Jorge y Agustí, Jordi (Eds.). (1998). *El progreso. ¿Un concepto acabado o emergente?*. Barcelona: Tusquets.
- Wagensberg, Jorge. (2002). *Si la naturaleza es la respuesta, ¿Cuál era la pregunta? Y otros quinientos pensamientos sobre la incertidumbre*. Barcelona: Tusquets.
- Walsh, R y Vaughan, F. (1980). *Mas allá del ego: textos de psicología transpersonal*. Barcelona: Kairós, 1982.
- Warneke, H. J. (1993). *The fractal company: A revolution in corporate culture*. Berlín: Springer-Verlag.
- Watson, Lyall (1979). *Lifetide*. New York: Simon and Schuster.
- Weatley, M. J. (1992). *Leadership and the new science: Learning about organization from an orderly universe*. San Francisco: Berrett-Koehler.

- Weick, Karl E. (1977). Organizational design: Organizations as self-designing systems. *Organizational Dynamics*, 6, 31-46.
- Weissberg, Michael (1983). *Dangerous secrets*. New York: W. W. Norton and Co.
- Whitaker, Randall (1995). Self-organization, autopoiesis, and enterprises. *Complexity, Complex Systems & Chaos Theory: Organizations as Self-Adaptive Complex Systems*. Fuente: <http://www.brint.com/Systems.htm>
- Wiener, Norbert (1948). *Cybernetics: Or control and communication in the animal and the machine*. Cambridge, MA: Technology Press.
- Wilber, Ken (1996). *Una teoría de todo: Una visión integral de la ciencia, la política, la empresa y la espiritualidad*. Barcelona: Kairós (2000).
- Wilson, A. G. (1982). Criticality and urban retail structure: Aspects of catastrophe theory and bifurcation. En William C. Schieve y Peter M. Allen (Eds.), *Self-organization and dissipative structures: Applications in the physical and social sciences*. Austin, TE: University of Texas Press.
- Wolinsky, Stephen (1994). *The tao of chaos*. New York: Bramble Books.
- Yagan, Murat (1985). *The teachings of Kebzeh*. Vernon, Canadá: Kebzeh.
- Zadeh, Lofti A. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, 8, 338-353.
- Zadeh, Lofti A. (1978). Fuzzy sets as a basis for a theory of possibility. *Fuzzy Sets and Systems*, 1, 3-28.
- Zeleny, Milan (1977). Self-organization of living systems: A formal model of autopoiesis. *International Journal of General Systems*, 4(1), 13-28.
- Zeleny, Milan (1978). APL-AUTOPOIESIS: Experiments in self-organization of complexity. En R. Trappl et al. (Eds.), *Progress in Cybernetics and Systems Research*, 3.
- Zeleny, Milan (1980a). Autopoiesis: A paradigm lost? En M. Zeleny (Ed.): *Autopoiesis, dissipative Structures and spontaneous social orders*. Boulder, CO: Westview Press.

- Zeleny (1980b) (Ed.). *Autopoiesis, dissipative structures and spontaneous social orders*. Boulder: Westview Press.
- Zeleny, Milan (1981a). What is autopoiesis? En M. Zeleny (Ed.): *Autopoiesis: A theory of living organization*. New York: North Holland.
- Zeleny, Milan (Ed.). (1981b). *Autopoiesis: A Theory of Living Organization*. New York: North Holland.
- Zimmerman, Brenda (1991b). Are "green" organization chaotic?. Artículo presentado en *International Strategic Management Society Conference*, Toronto, Canadá, october, 23-26.
- Zimmerman, Brenda (1991b). The inherent drive towards chaos. Artículo presentado en *Strategic Processes: state of the Art Conference*, Oslo, Noruega, june 19-22.
- Zimmerman, Brenda (1993). Chaos & Nonequilibrium: the flip side of strategic processes. *Organization Development Journal*, 11(1), 31- 38.
- Zimmerman, Brenda y Hurst, David K. (1992). Breaking the boundaries: the fractal organization. Artículo submetido al *SMJ special issue on Corporate Restructuring*.
- Zimmermann, H. J. (1985). *Fuzzy sets and its applications*. Dordrecht: Publicaciones Kluwer Nijhoff.

ANEXOS

ANEXOS

Anexos	247
Anexo I: Respuestas descriptivas del cuestionario de detección de percepciones generales	248
Anexo II: Cuestionario de colecta de datos sobre las variables	252
Anexo III: Análisis de fiabilidad del cuestionario de lectura de variables	254
Anexo IV: Estadísticas descriptivas e histogramas de las variables en las dos lecturas	259
Anexo V: Intervalos de confianza de las variables en las dos lecturas	272
Anexo VI: Diagramas de dispersión y parches borrosos de las relaciones entre variables	274
Anexo VII: Reglas borrosas de las relaciones entre variables	281

ANEXO I

RESPUESTAS DESCRIPTIVAS DEL CUESTIONARIO DE DETECCIÓN DE PERCEPCIONES GENERALES

Este anexo presenta la totalidad de las respuestas descriptivas de los cuestionarios de detección de percepciones generales que derivaba en la formulación de dos preguntas:

¿Qué es lo que te gusta más en la empresa?

¿Qué es lo que te gusta menos en la empresa?

Las respuestas han sido clasificadas por temas y estos temas en internos o externos a cada grupo. Esta información pasa a ser descrita a continuación.

Grupo A.

Respuesta a la pregunta: ¿Qué es lo que te gusta más en la empresa?

Temas internos al grupo: 1 tema y 7 ocurrencias

Tema 1. Ambiente y trabajo en equipo
1. La relación con mi coordinador
2. Mi grupo de trabajo, el ambiente
3. Ambiente: compañerismo, etc.
4. Entorno, buena relación
5. Tengo la sensación de que todo el mundo trabaja en equipo para conseguir un fin determinado, lo cual es muy positivo
6. Ambiente entre los trabajadores
7. La mayoría de los compañeros

Temas externos al grupo: 3 temas y 3 ocurrencias

Tema 2. Tarea
1. En ocasiones, trabajos interesantes

Tema 3. Formación / Aprendizaje
1. Contacto con software y hardware de última generación

Tema 4. Perspectivas
1. Las posibilidades de la compañía en el futuro

Respuesta a la pregunta: ¿Qué es lo que te gusta menos en la empresa?

Temas internos al grupo: 1 tema y 1 ocurrencia

Tema 5. Comunicación
1. Falta comunicación

Temas externos al grupo: 6 temas y 17 ocurrencias

Tema 3. Formación y aprendizaje
1. Falta de formación
2. Demanda de conocimientos especializados sin poner al alcance de los empleados medios para obtenerlos
3. El poco tiempo que se dedica a la formación de los nuevos trabajadores
4. Falta formación
5. Se podría aprender mucho y no se aprende casi nada

Tema 6. Organización del trabajo y coordinación
1. A veces se intenta disponer demasiado libremente de nuestro tiempo de ocio, respetando poco nuestro horario
2. Cierta desorganización
3. La actitud de algunos de los managers
4. Falta coordinación entre departamentos

Tema 7. Estructura y organización empresarial
1. Falta recursos
2. La retribución económica más bien ridícula que recibe la mayoría de los empleados
3. Los contratos “servicios y obras” que se repiten sin fin
4. La estructura organizacional necesita mejoras. Principalmente en la estructura gerencial (de coordinación)

Tema 8. Presión del cliente
1. Presión constante con las fechas
2. Demasiada presión de tiempo

Tema 2. Tarea
1. Tipo de trabajo más bien monótono. Tendencia al aburrimiento

Tema 4. Perspectivas
1. Incertidumbre respecto a mi futuro y desarrollo profesional

Grupo B.

Respuesta a la pregunta: ¿Qué es lo que te gusta más en la empresa?

Temas internos al grupo: 2 temas y 6 ocurrencias

Tema 1. Ambiente y trabajo en equipo
1. El ambiente de trabajo está bien, somos todos más o menos jóvenes y en general nos entendemos bien y nos ayudamos a hacer el trabajo
2. La gente
3. La gente que trabaja en la empresa
4. Buen clima entre mis compañeros
5. La cooperación entre mi grupo

Tema 5. Comunicación
1. Poder expresar tus opiniones sobre la empresa y que se tengan en cuenta. Que se escuche la opinión de los trabajadores creo que es muy positivo

Temas externos al grupo: 4 temas y 6 ocurrencias

Tema 7. Estructura y organización empresarial
1. El horario de trabajo (9 a 6) es muy bueno y la flexibilidad horaria también
2. Cierta flexibilidad horaria

Tema 2. Tarea
1. Trabajar para el cliente A., tener responsabilidad en los productos, trabajar en varios idiomas
2. Considero el trabajo de mucha responsabilidad e importancia (y esto me motiva)

Tema 3. Formación y aprendizaje
1. La oportunidad que tienes de aprender cosas nuevas sobre el mundo de la informática

Tema 4. Perspectivas
2. Proyección profesional que otorga

Respuesta a la pregunta: ¿Qué es lo que te gusta menos en la empresa?

Temas internos al grupo: 1 tema y 2 ocurrencias

Tema 5. Comunicación
1. No sabes bien quien es tu mánager, así que si algo te preocupa o simplemente quieres un día libre no sabes a quién acudir
2. La distancia que crea hablar por <i>e-mail</i> , mejor un teléfono

Temas externos al grupo: 4 temas y 12 ocurrencias

Tema 6. Organización del trabajo y coordinación
1. Hay personas que no están preparadas para coordinar y sin embargo están en puestos de mando lo que repercute negativamente en los que dependemos de ellas por varios motivos
2. Creo que cuando le das a alguien su trabajo tienes que hacerle ver que es importante que lo haga bien, hay que dárselo todo preparado y bien explicado para que la persona sienta que es una parte importante de la empresa, que su trabajo cuenta y que su superior está pendiente de él
3. Algunos aspectos de la organización del servidor
4. Organización
5. Hay personas que están más tiempo en la empresa y que no tienen la experiencia adecuada (mánagers)
6. Las responsabilidades de la gente no están bien definidas y a veces no sabes si tienes que hacer una cosa u otra. Otras veces lo haces, aunque sepas que no es tu responsabilidad, porque sino parece que nadie lo vaya a hacer

Tema 7. Estructura y organización empresarial
1. En un nivel un poco más práctico, me gustaría comentar que estaría bien dar a la gente unas condiciones de trabajo más apetecibles. Por ejemplo, hacer turnos y salir alguno viernes a las 15 h, o jornada intensiva en verano. Me refiero a que esta es una manera de motivar a las personas, que saben que a lo mejor un día tienen que salir a las 19 h porque hay más trabajo pero que el viernes por la tarde no tiene que venir
2. Estructura

Tema 3. Formación y aprendizaje
1. A la gente nueva habría que apoyarla más: enseñarles de qué va esta empresa, dedicarles unos días, acomodarles en su nuevo entorno... Eso hará que tengan ganas de aprender y que se integren rápidamente
2. Equipos más potentes

Tema 8. Presión del cliente
1. La saturación del trabajo que hay a veces
2. Tiempo para realizar los trabajos

ANEXO II

CUESTIONARIOS DE COLECTA DE DATOS SOBRE LAS
VARIABLES

Indique el grado en que considera ciertas o incorrectas cada una de las siguientes afirmaciones marcando el número correspondiente

a. Control y rigidez externos	Totalmente incorrecto	Parcialmente incorrecto	Ni cierto, ni incorrecto	Parcialmente correcto	Totalmente correcto
1. Tenemos independencia y libertad para decidir cómo hacer el trabajo	1	2	3	4	5
2. Se nos presentan reglas rígidas de cómo debemos actuar en el trabajo	1	2	3	4	5
3. Trabajamos de la misma manera desde hace mucho tiempo	1	2	3	4	5
4. En mi grupo, nosotros mismos podemos decidir como se ha de hacer el trabajo	1	2	3	4	5

b. Autorreferencia	Totalmente incorrecto	Parcialmente incorrecto	Ni cierto, ni incorrecto	Parcialmente correcto	Totalmente correcto
5. Cuando tenemos dudas, siempre pedimos ayuda a los compañeros de trabajo	1	2	3	4	5
6. Existen secretos o competencia entre los compañeros de mi grupo de trabajo	1	2	3	4	5
7. Mis compañeros de grupo aprecian mi trabajo bien hecho	1	2	3	4	5
8. Buscamos resolver los problemas internamente en el grupo	1	2	3	4	5

c. Unidad autónoma		Totalmente incorrecto	Parcialmente incorrecto	Ni cierto, ni incorrecto	Parcialmente correcto	Totalmente correcto
9.	Me identifico con los problemas del grupo	1	2	3	4	5
10.	Considero el éxito de mi grupo como mi éxito personal	1	2	3	4	5

d. Miedo y desconfianza		Totalmente incorrecto	Parcialmente incorrecto	Ni cierto, ni incorrecto	Parcialmente correcto	Totalmente correcto
11.	Confiamos en nuestros superiores	1	2	3	4	5
12.	Podemos decir todo lo que pensamos a nuestros superiores	1	2	3	4	5
13.	Tenemos dificultad de comunicación con nuestros superiores	1	2	3	4	5
14.	Tenemos miedo de decir y hacer ciertas cosas por la reacción que pueda provocar en nuestros superiores	1	2	3	4	5

e. Creatividad		Totalmente incorrecto	Parcialmente incorrecto	Ni cierto, ni incorrecto	Parcialmente correcto	Totalmente correcto
15.	Siempre surgen ideas y sugerencias frente a nuevas situaciones de grupo	1	2	3	4	5
16.	Mi grupo es creativo y no está atado a los mismos comportamientos de siempre	1	2	3	4	5

Datos personales							
17.	Edad:	a)	18 – 24	b)	25 - 30	c)	> 30
18.	Nivel de estudios:	a)	Superior universitario	b)	Estudios medios (FP/BUP)	c)	Elemental
19.	Tiempo en la empresa:	a)	< 1 año	b)	entre 1 y 3 años	c)	> 3 años
20.	Tipo de contrato:	a)	Autónomo	b)	Contrato Temporal	c)	Contrato Indefinido

ANEXO III

ANÁLISIS DE FIABILIDAD DEL CUESTIONARIO DE LECTURA DE VARIABLES

El análisis de la fiabilidad del cuestionario se ha realizado para cada conjunto de ítems de captación de información de las variables, con el objetivo de verificar la correlación entre ellos. Las pruebas realizadas han sido las correlaciones no paramétricas de Kendall y Pearson, por la flexibilidad que ofrecen a los datos que no siguen la curva normal.

Análisis: Correlación de Pearson bivariada (*twotail*)
 Correlación tau-b de Kendall bivariada (*twotail*)
 Tamaño de la muestra: N = 28
 No hay valores perdidos

Variable 1-Creatividad

Correlaciones			
		V1.1	V1.2
V1.1	Correlación de Pearson	1,000	,532(**)
	Sig. (bilateral)	,	,004
V1.2	Correlación de Pearson	,532(**)	1,000
	Sig. (bilateral)	,004	,
** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).			

Correlaciones no paramétricas				
		V1.1	V1.2	
Tau_b de Kendall	V1.1	Coefficiente de correlación	1,000	,457(**)
		Sig. (bilateral)	,	,008
	V1.2	Coefficiente de correlación	,457(**)	1,000
		Sig. (bilateral)	,008	,
** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).				

Variable 2-Control y rigidez externos

Correlaciones					
		V2.1	V2.2	V2.3	V2.4
V2.1	Correlación de Pearson	1,000	,842(**)	,652(**)	,917(**)
	Sig. (bilateral)	,	,000	,000	,000
V2.2	Correlación de Pearson	,842(**)	1,000	,645(**)	,816(**)
	Sig. (bilateral)	,000	,	,000	,000
V2.3	Correlación de Pearson	,652(**)	,645(**)	1,000	,571(**)
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,	,002
V2.4	Correlación de Pearson	,917(**)	,816(**)	,571(**)	1,000
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,002	,
** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).					

Correlaciones no paramétricas						
		V2.1	V2.2	V2.3	V2.4	
Tau_b de Kendall	V2.1	Coefficiente de correlación	1,000	,788(**)	,565(**)	,878(**)
		Sig. (bilateral)	,	,000	,001	,000
	V2.2	Coefficiente de correlación	,788(**)	1,000	,582(**)	,760(**)
		Sig. (bilateral)	,000	,	,001	,000
	V2.3	Coefficiente de correlación	,565(**)	,582(**)	1,000	,486(**)
		Sig. (bilateral)	,001	,001	,	,003
	V2.4	Coefficiente de correlación	,878(**)	,760(**)	,486(**)	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	,000	,003	,
** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).						

Variable 3-Autorreferencia

Correlaciones					
		V3.1	V3.2	V3.3	V3.4
V3.1	Correlación de Pearson	1,000	,576(**)	,662(**)	,385(*)
	Sig. (bilateral)	,	,001	,000	,043
V3.2	Correlación de Pearson	,576(**)	1,000	,460(*)	,284
	Sig. (bilateral)	,001	,	,014	,143
V3.3	Correlación de Pearson	,662(**)	,460(*)	1,000	,427(*)
	Sig. (bilateral)	,000	,014	,	,023
V3.4	Correlación de Pearson	,385(*)	,284	,427(*)	1,000
	Sig. (bilateral)	,043	,143	,023	,
** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).					
* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).					

Correlaciones no paramétricas						
		V3.1	V3.2	V3.3	V3.4	
Tau_b de Kendall	V3.1	Coefficiente de correlación	1,000	,303	,670(**)	,148
		Sig. (bilateral)	,	,084	,000	,404
	V3.2	Coefficiente de correlación	,303	1,000	,279	,124
		Sig. (bilateral)	,084	,	,107	,482
	V3.3	Coefficiente de correlación	,670(**)	,279	1,000	,375(*)
		Sig. (bilateral)	,000	,107	,	,033
	V3.4	Coefficiente de correlación	,148	,124	,375(*)	1,000
		Sig. (bilateral)	,404	,482	,033	,
	** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).					
	* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).					

Variable 4-Unidad autónoma

Correlaciones			
		V4.1	V4.2
V4.1	Correlación de Pearson	1,000	,536(**)
	Sig. (bilateral)	,	,003
V4.2	Correlación de Pearson	,536(**)	1,000
	Sig. (bilateral)	,003	,

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Correlaciones no paramétricas				
			V4.1	V4.2
Tau_b de Kendall	V4.1	Coeficiente de correlación	1,000	,478(**)
		Sig. (bilateral)	,	,005
	V4.2	Coeficiente de correlación	,478(**)	1,000
		Sig. (bilateral)	,005	,

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Variable 5-Miedo y desconfianza

Correlaciones					
		V5.1	V5.2	V5.3	V5.4
V5.1	Correlación de Pearson	1,000	,771(**)	,617(**)	,690(**)
	Sig. (bilateral)	,	,000	,000	,000
V5.2	Correlación de Pearson	,771(**)	1,000	,527(**)	,817(**)
	Sig. (bilateral)	,000	,	,004	,000
V5.3	Correlación de Pearson	,617(**)	,527(**)	1,000	,514(**)
	Sig. (bilateral)	,000	,004	,	,005
V5.4	Correlación de Pearson	,690(**)	,817(**)	,514(**)	1,000
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,005	,

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Correlaciones no paramétricas

			V5.1	V5.2	V5.3	V5.4
Tau_b de Kendall	V5.1	Coefficiente de correlación	1,000	,777(**)	,584(**)	,614(**)
		Sig. (bilateral)	,	,000	,001	,000
	V5.2	Coefficiente de correlación	,777(**)	1,000	,496(**)	,745(**)
		Sig. (bilateral)	,000	,	,002	,000
	V5.3	Coefficiente de correlación	,584(**)	,496(**)	1,000	,450(**)
		Sig. (bilateral)	,001	,002	,	,006
	V5.4	Coefficiente de correlación	,614(**)	,745(**)	,450(**)	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	,000	,006	,
** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).						

Coefficiente de correlación promedio para Kendall: 0,548
 Coeficiente de correlación promedio para Pearson: 0,612

ANEXO IV

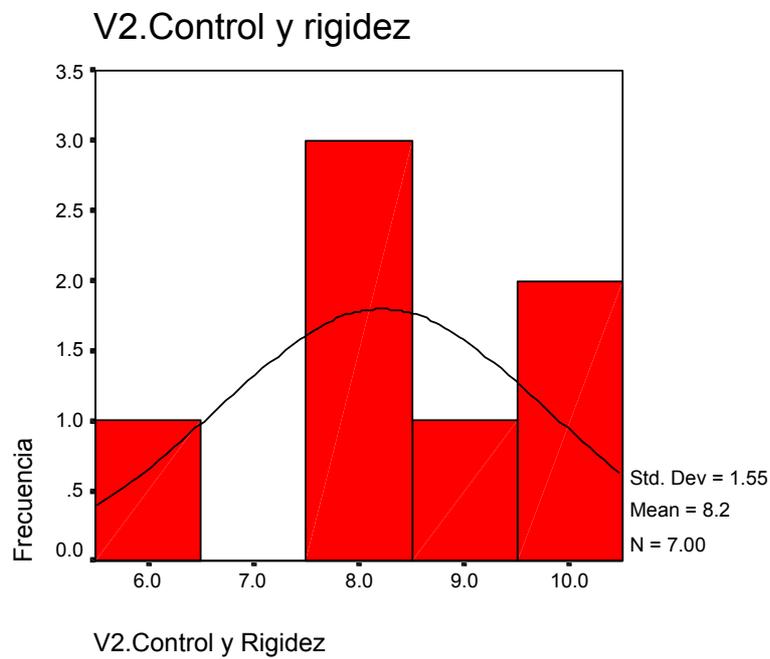
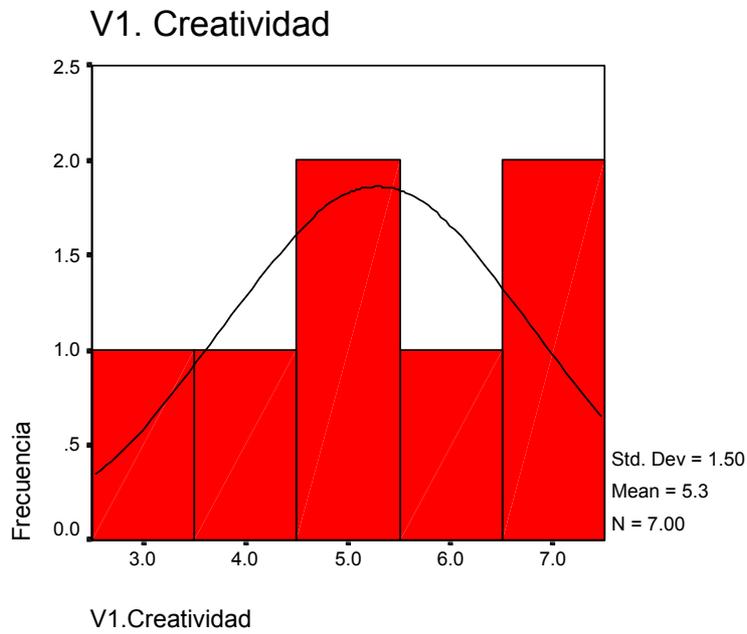
ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS E HISTOGRAMAS DE LAS
VARIABLES EN LAS DOS LECTURAS

Grupo A: Primera lectura

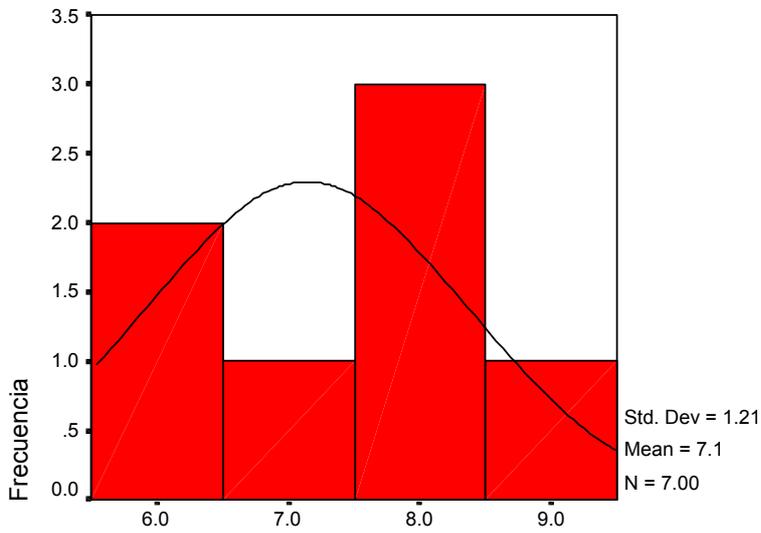
Estadísticas

		V1- Creativi- dad	V2- Control y rigidez externos	V3- Autorre- ferencia	V4- Unidad autónoma	V5- Miedo y desconfianza
N	Válidos	7	7	7	7	7
	Perdidos	0	0	0	0	0
Media		5,2857	8,2143	7,1429	7,0000	6,8571
Error típ. de la media		,5654	,5861	,4592	,4880	,6241
Desv. típ.		1,4960	1,5507	1,2150	1,2910	1,6511
Varianza		2,2381	2,4048	1,4762	1,6667	2,7262
Asimetría		-,256	-,561	,121	,000	-,737
Error típ. de asimetría		,794	,794	,794	,794	,794
Curtosis		-,968	,643	-,768	,312	-,126
Error típ. de curtosis		1,587	1,587	1,587	1,587	1,587
Rango		4,00	4,50	3,50	4,00	4,50
Mínimo		3,00	5,50	5,50	5,00	4,00
Máximo		7,00	10,00	9,00	9,00	8,50

Histogramas

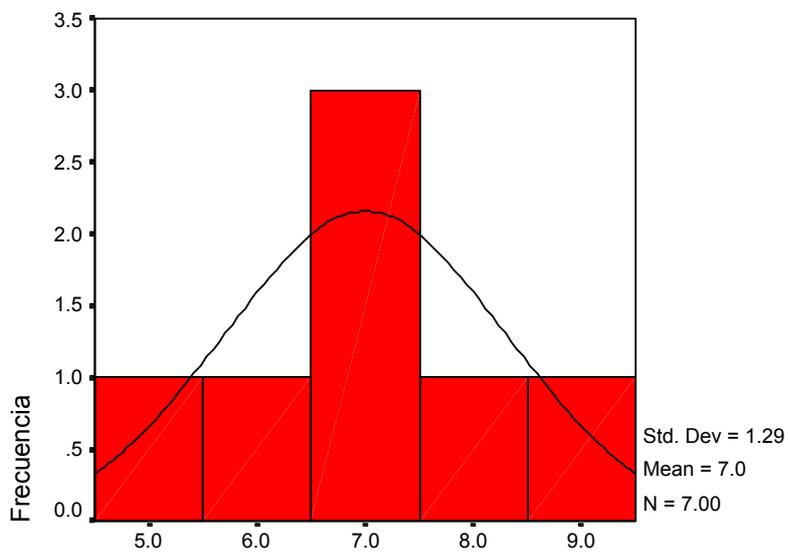


V3.Autorreferencia

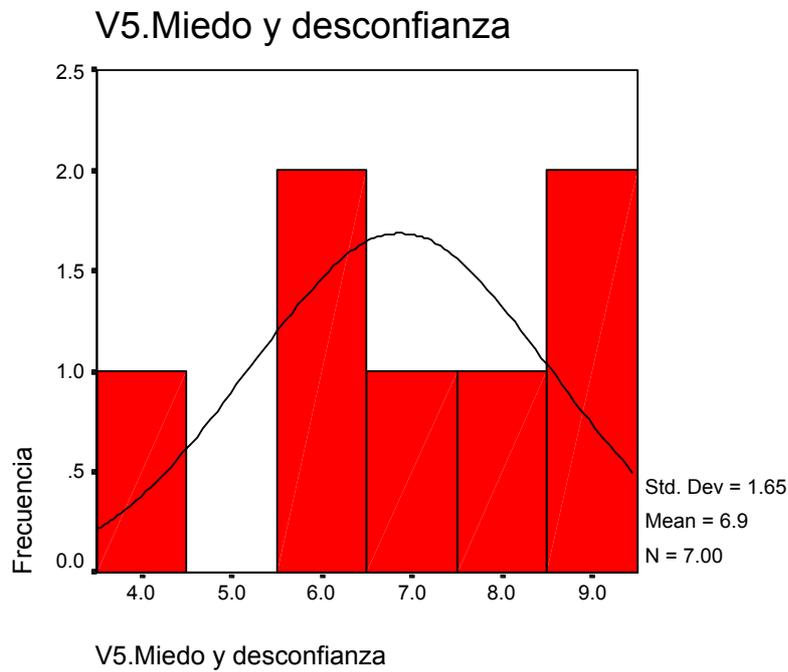


V3.Autorreferencia

V4.Unidad Autónoma



V4.Unidad Autónoma

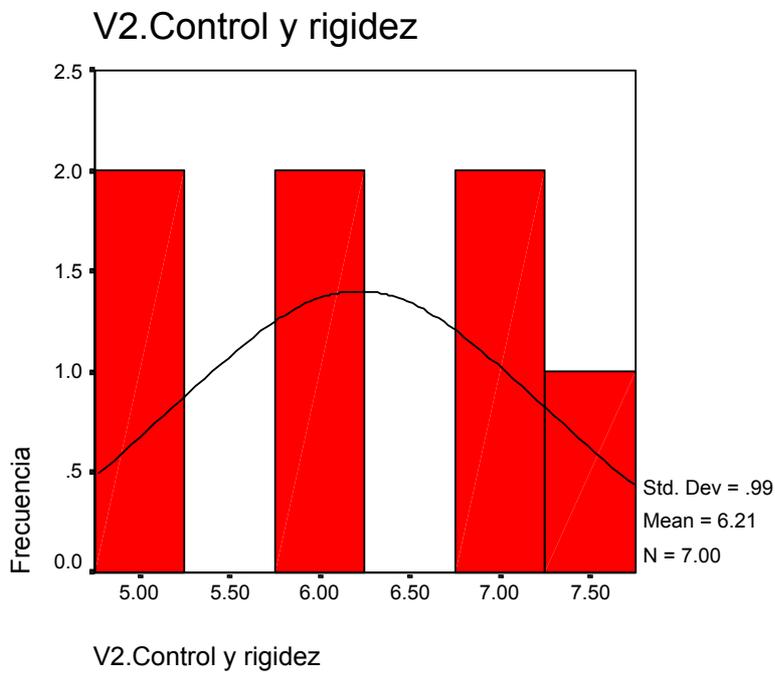
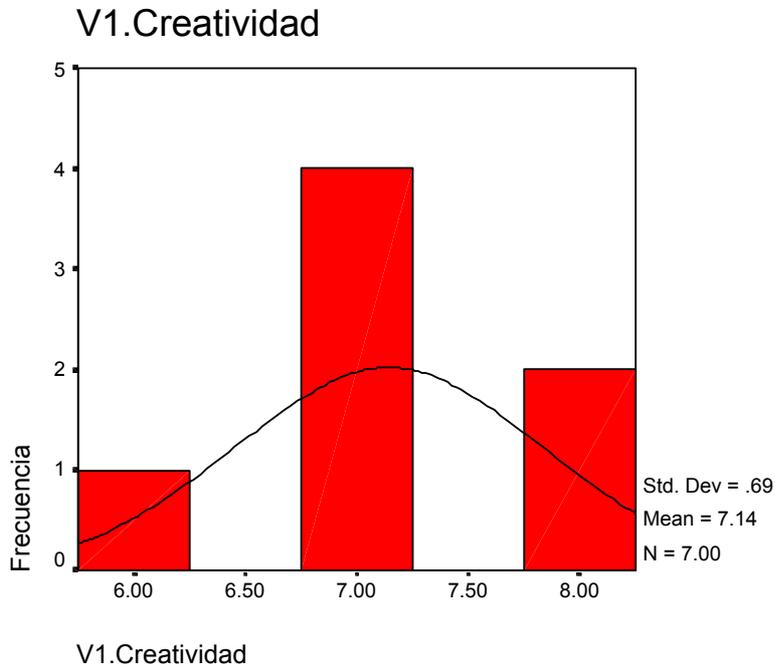


Grupo A: Segunda lectura

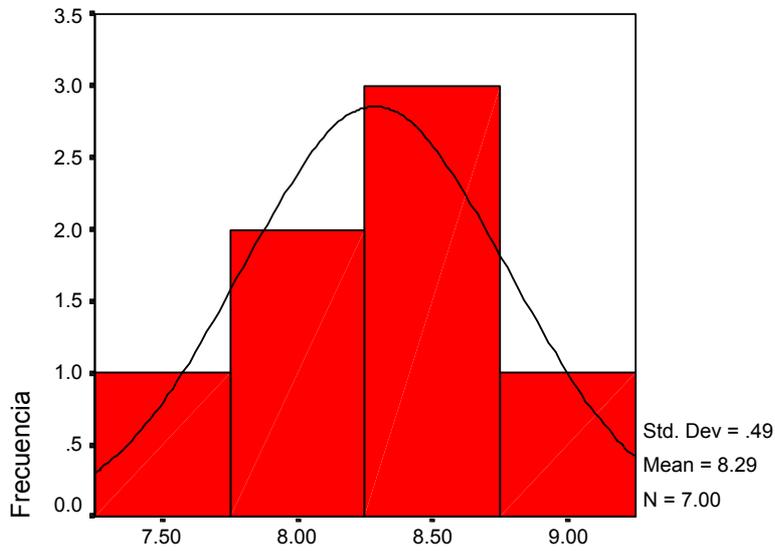
Estadísticas

		V1- Crea- tividad	V2- Control y rigidez externos	V3- Autorre- ferencia	V4- Unidad autónoma	V5- Miedo y desconfianza
N	Válidos	7	7	7	7	7
	Perdidos	0	0	0	0	0
Media		7,1429	6,2143	8,2857	7,5714	6,5000
Error típ. de la media		,2608	,3757	,1844	,3689	,5345
Desv. típ.		,6901	,9940	,4880	,9759	1,4142
Varianza		,4762	,9881	,2381	,9524	2,0000
Asimetría		-,174	-,120	-,277	-,277	-1,299
Error típ. de asimetría		,794	,794	,794	,794	,794
Curtosis		,336	-1,649	,042	,042	,112
Error típ. de curtosis		1,587	1,587	1,587	1,587	1,587
Rango		2,00	2,50	1,50	3,00	3,50
Mínimo		6,00	5,00	7,50	6,00	4,00
Máximo		8,00	7,50	9,00	9,00	7,50

Histogramas

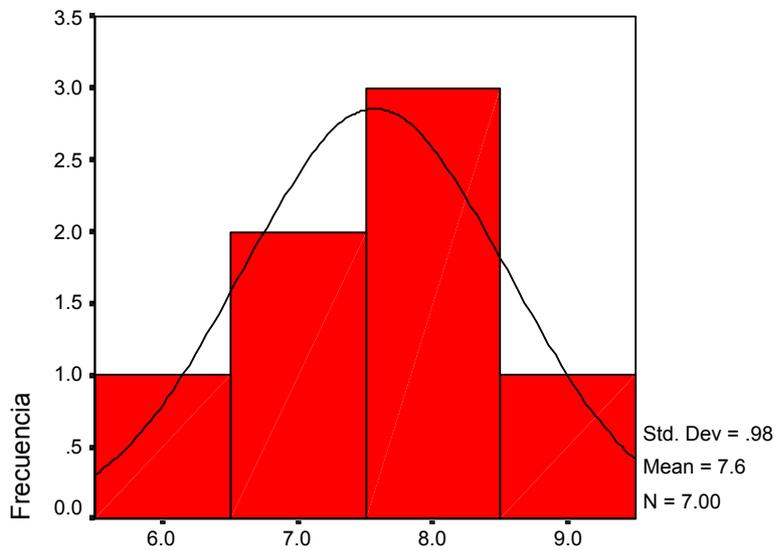


V3.Autorreferencia

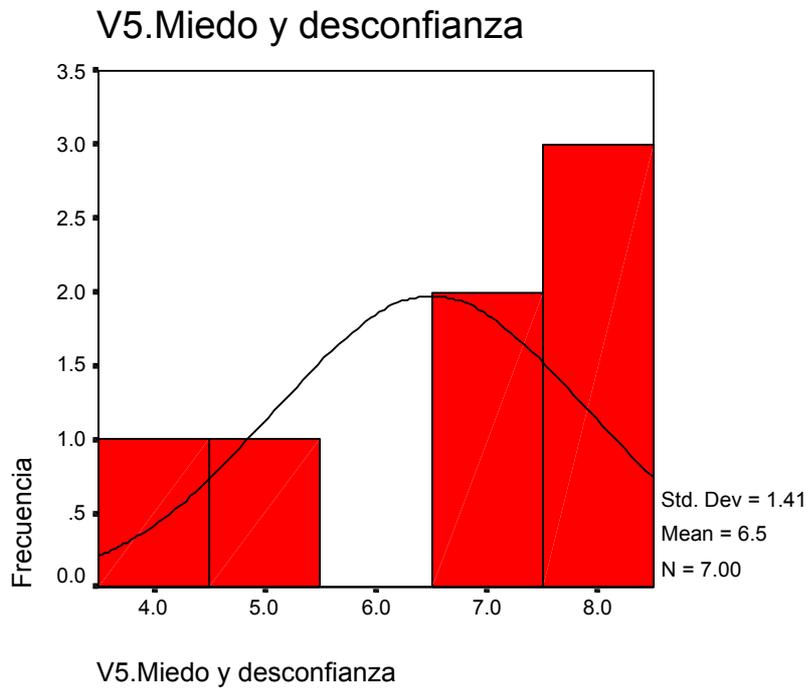


V3.Autorreferencia

V4.Unidad Autónoma



V4.Unidad Autónoma

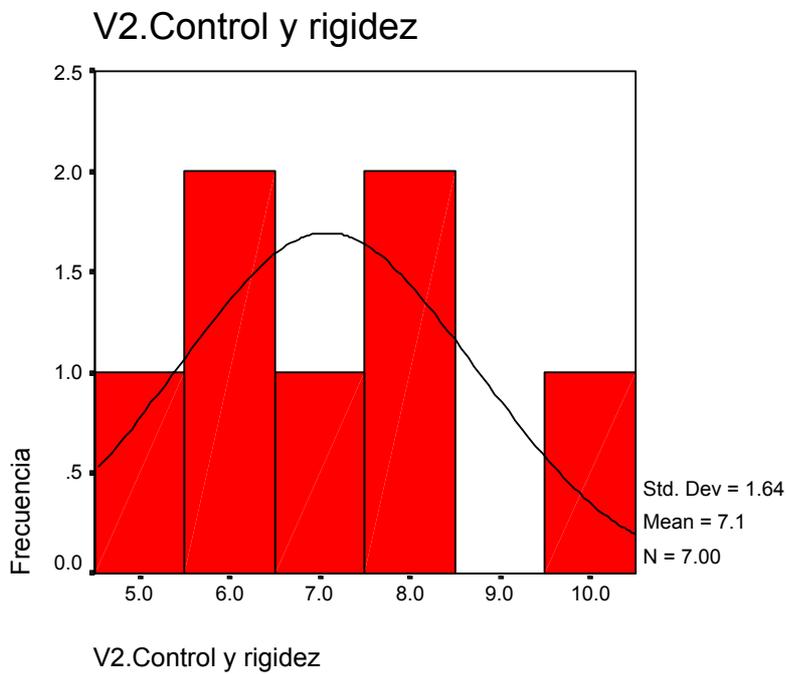
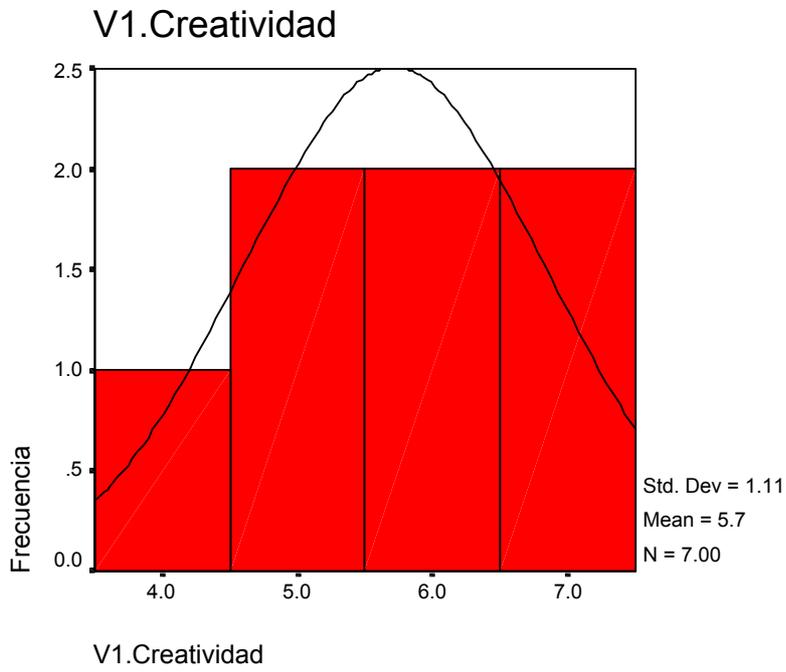


Grupo B: Primera lectura

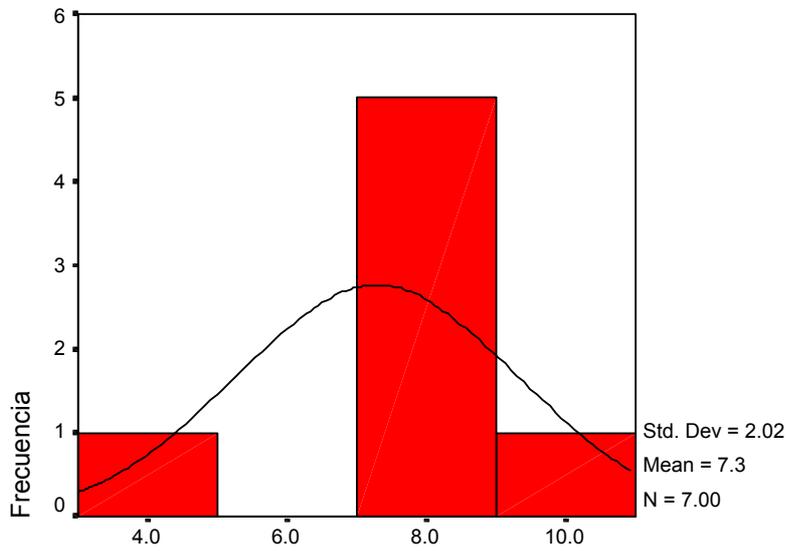
Estadísticas

		V1- Crea- tividad	V2- Control y rigidez externos	V3- Autorre- ferencia	V4- Unidad autónoma	V5- Miedo y desconfianza
N	Válidos	7	7	7	7	7
	Perdidos	0	0	0	0	0
Media		5,7143	7,0714	7,2857	5,8571	6,3571
Error típ. de la media		,4206	,6213	,7626	,5948	,7615
Desv. típ.		1,1127	1,6439	2,0178	1,5736	2,0148
Varianza		1,2381	2,7024	4,0714	2,4762	4,0595
Asimetría		-,249	,769	-1,906	-,037	,120
Error típ. de asimetría		,794	,794	,794	,794	,794
Curtosis		-,944	,695	4,789	-1,684	-,316
Error típ. de curtosis		1,587	1,587	1,587	1,587	1,587
Rango		3,00	5,00	6,50	4,00	6,00
Mínimo		4,00	5,00	3,00	4,00	3,50
Máximo		7,00	10,00	9,50	8,00	9,50

Histogramas

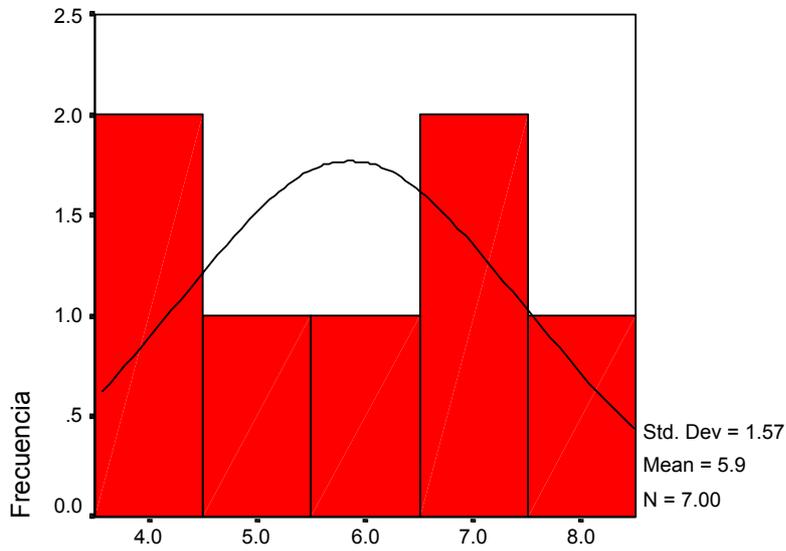


V3.Autorreferencia

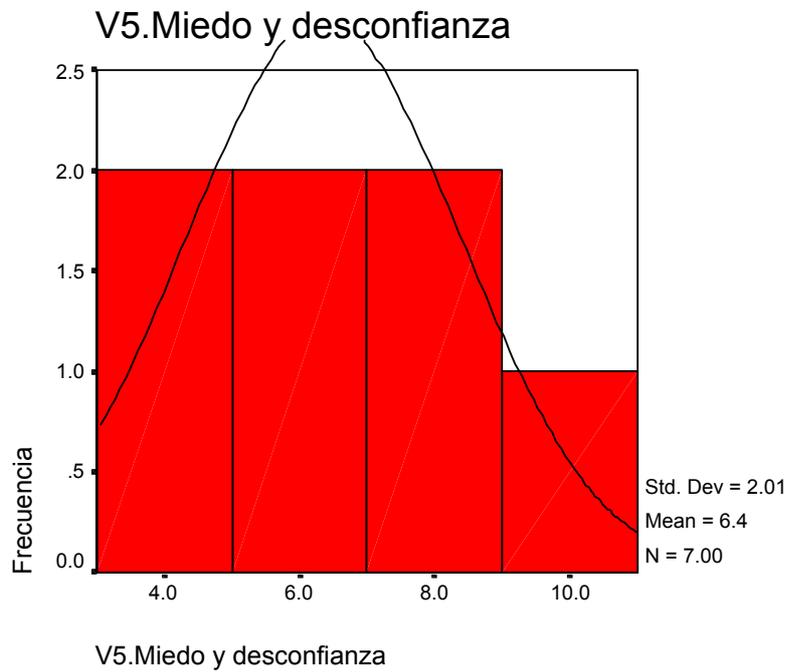


V3.Autorreferencia

V4.Unidad Autónoma



V4.Unidad Autónoma



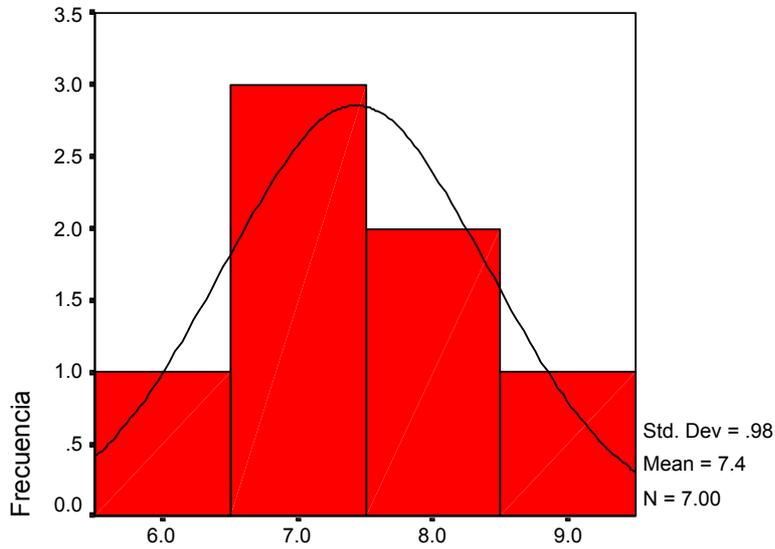
Grupo B: Segunda lectura

Estadísticas

	V1- Crea- tividad	V2- Control y rigidez externos	V3- Autorre- ferencia	V4- Unidad autónoma	V5- Miedo y desconfianza
N	Válidos	7	7	7	7
	Perdidos	0	0	0	0
Media	7,4286	5,5714	8,0714	7,0000	6,2857
Error típ. de la media	,3689	,5167	,2974	,6172	,5759
Desv. típ.	,9759	1,3671	,7868	1,6330	1,5236
Varianza	,9524	1,8690	,6190	2,6667	2,3214
Asimetría	,277	1,298	,755	,964	-,271
Error típ. de asimetría	,794	,794	,794	,794	,794
Curtosis	,042	,198	1,448	1,162	-1,248
Error típ. de curtosis	1,587	1,587	1,587	1,587	1,587
Rango	3,00	3,50	2,50	5,00	4,00
Mínimo	6,00	4,50	7,00	5,00	4,00
Máximo	9,00	8,00	9,50	10,00	8,00

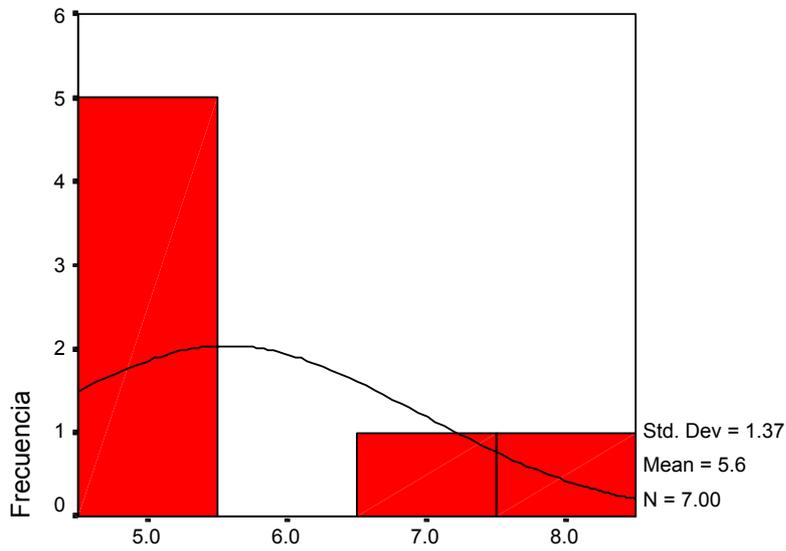
Histogramas

V1.Creatividad



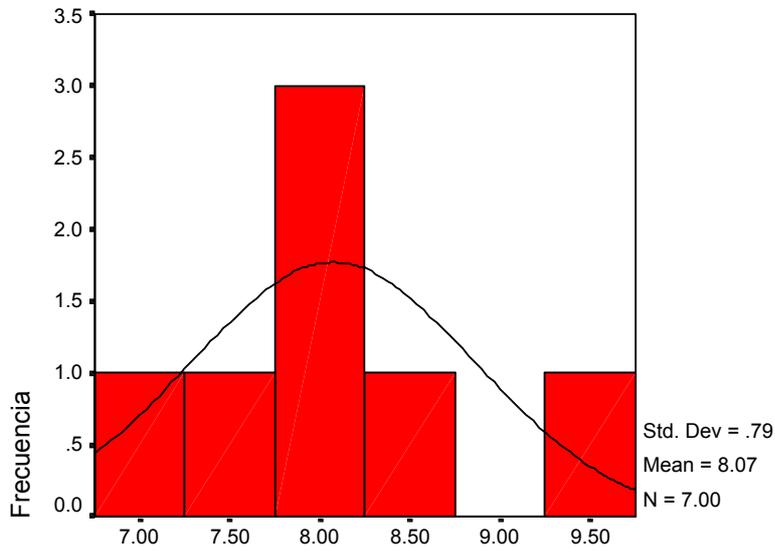
V1.Creatividad

V2.Control y rigidez



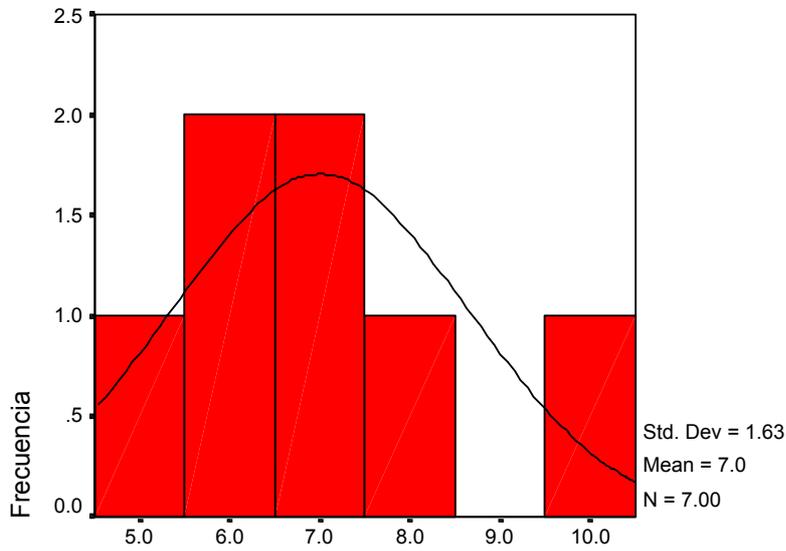
V2.Control y rigidez

V3.Autorreferencia

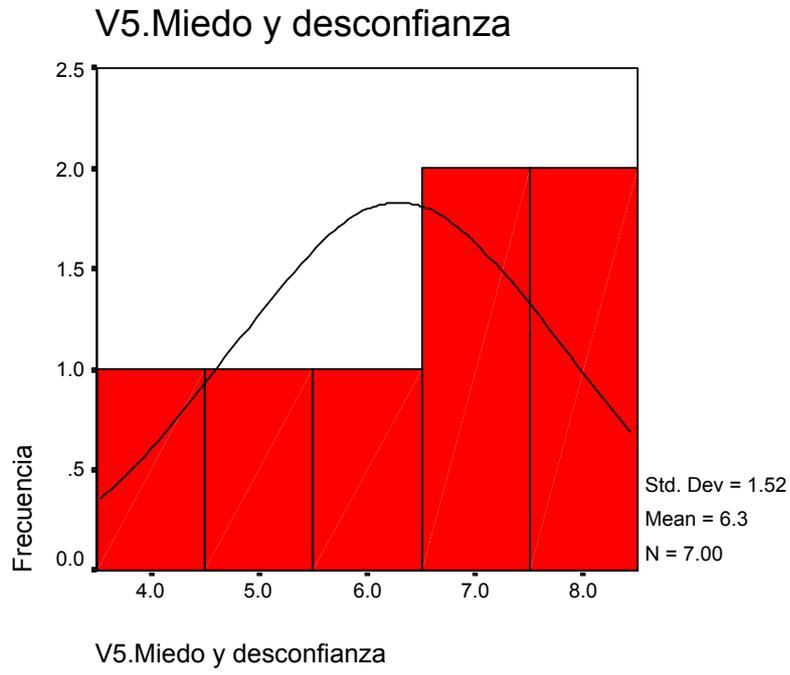


V3.Autorreferencia

V4.Unidad Autónoma



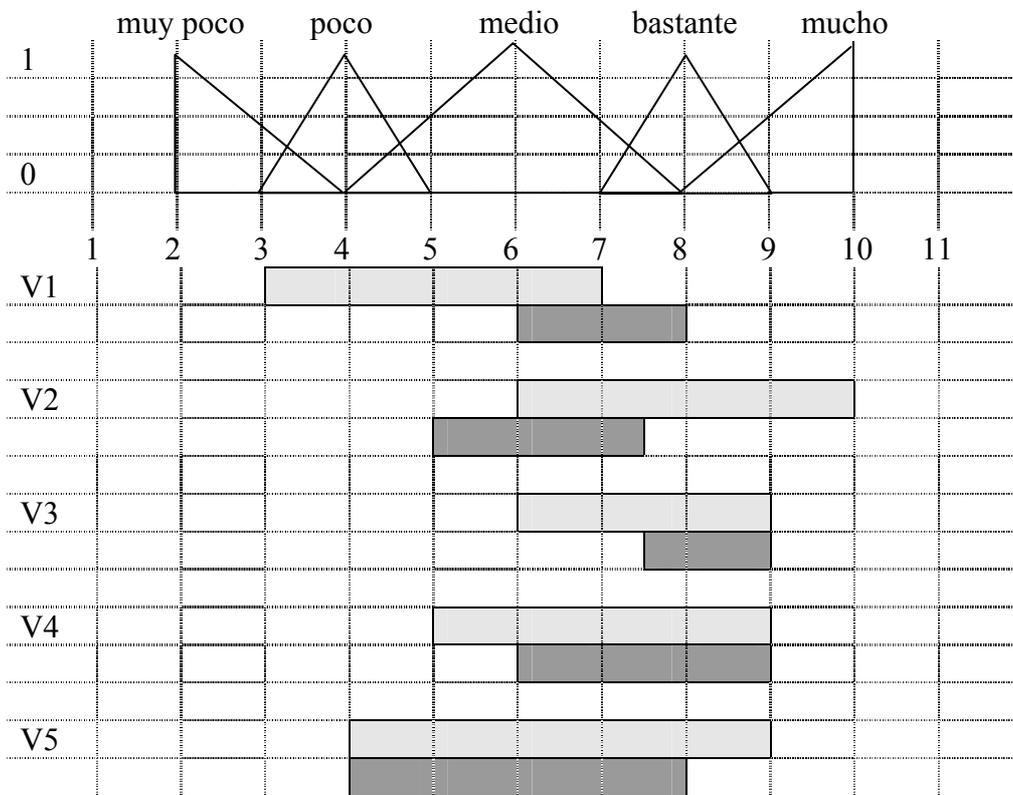
V4.Unidad Autónoma



ANEXO V

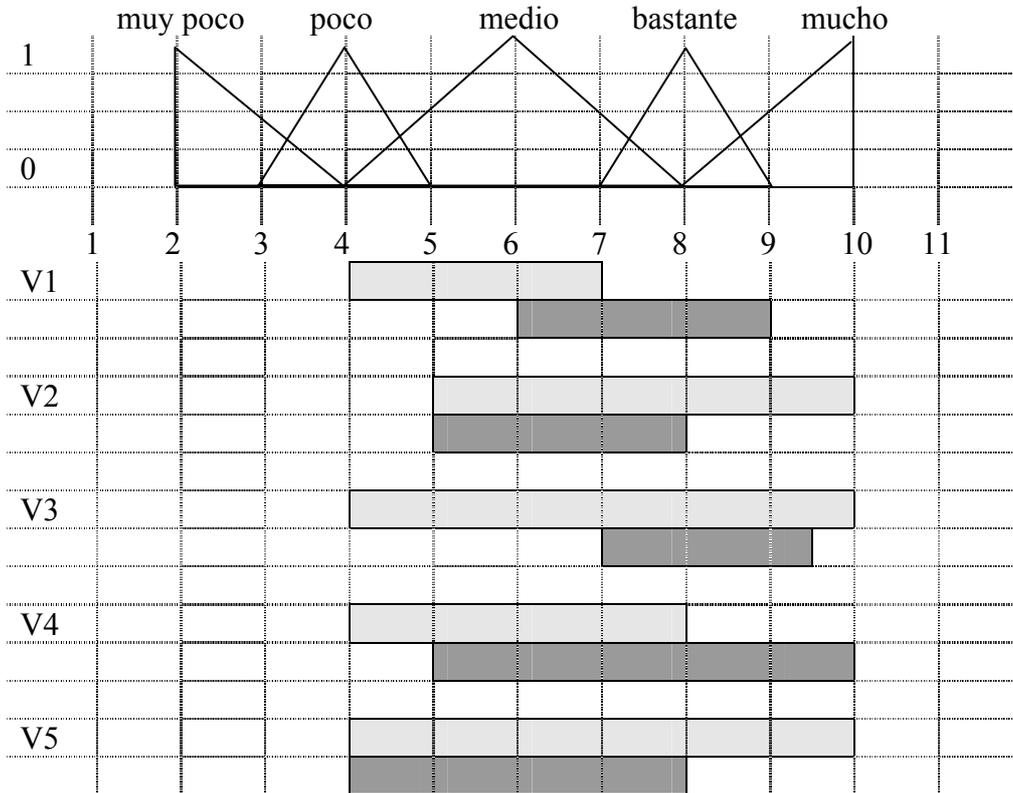
INTERVALOS DE CONFIANZA DE LAS VARIABLES EN LAS DOS LECTURAS

Grupo A: Intervalos de confianza



 Índices de la primera lectura
 Índices de la segunda lectura

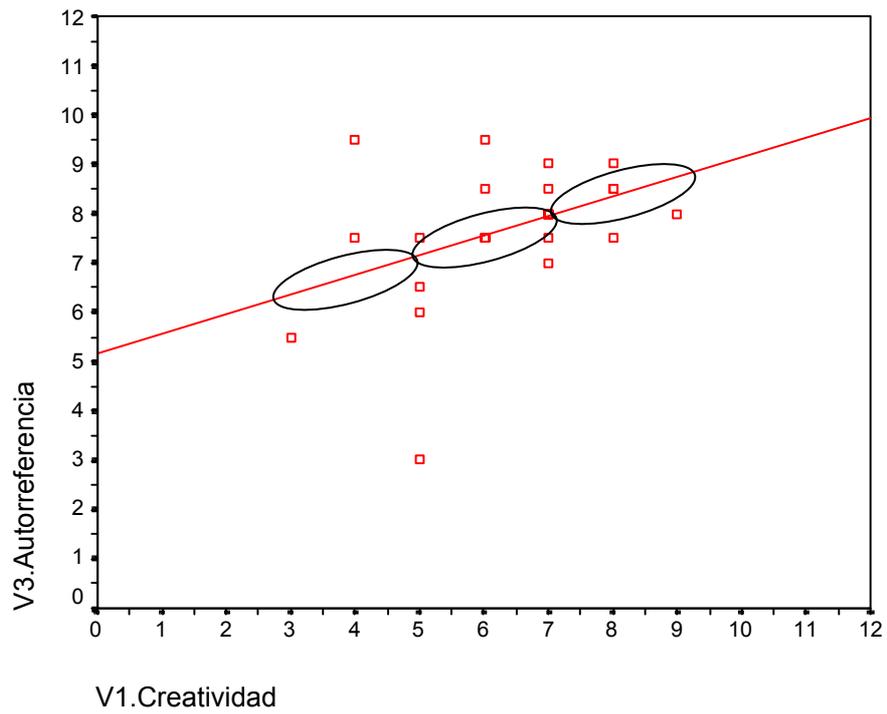
Grupo B: Intervalos de confianza

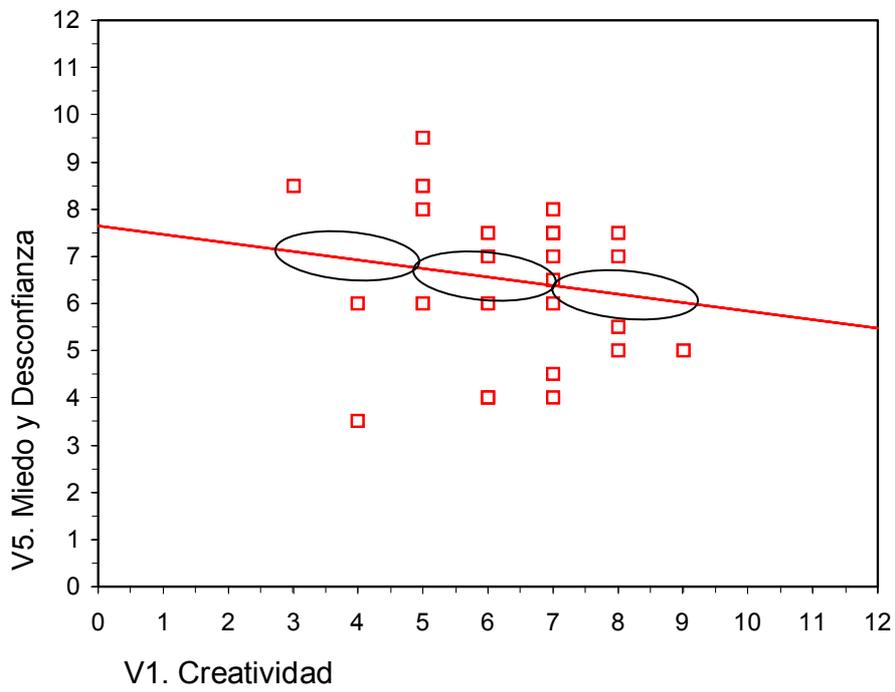
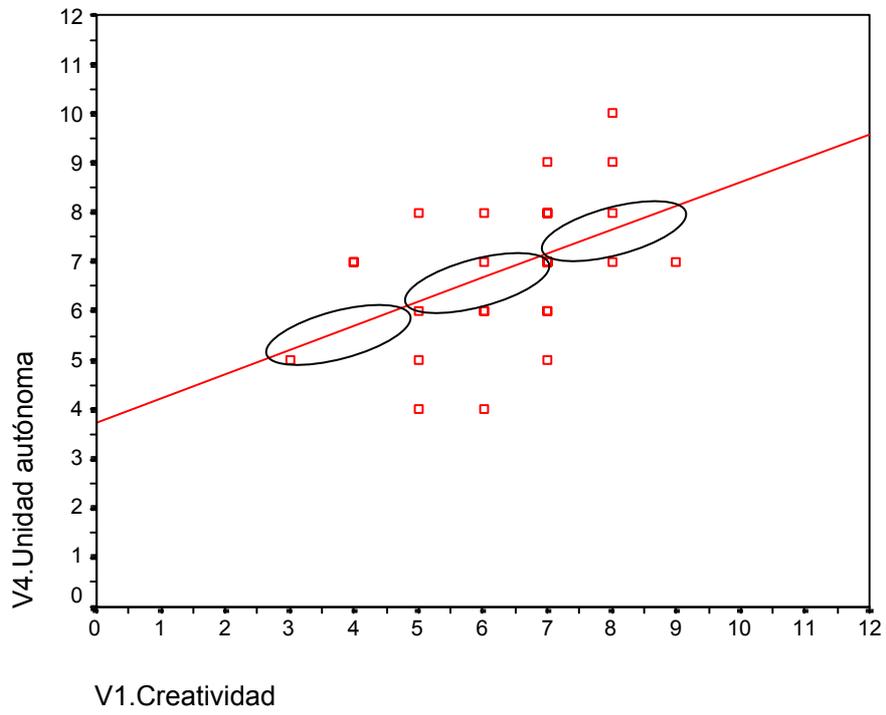


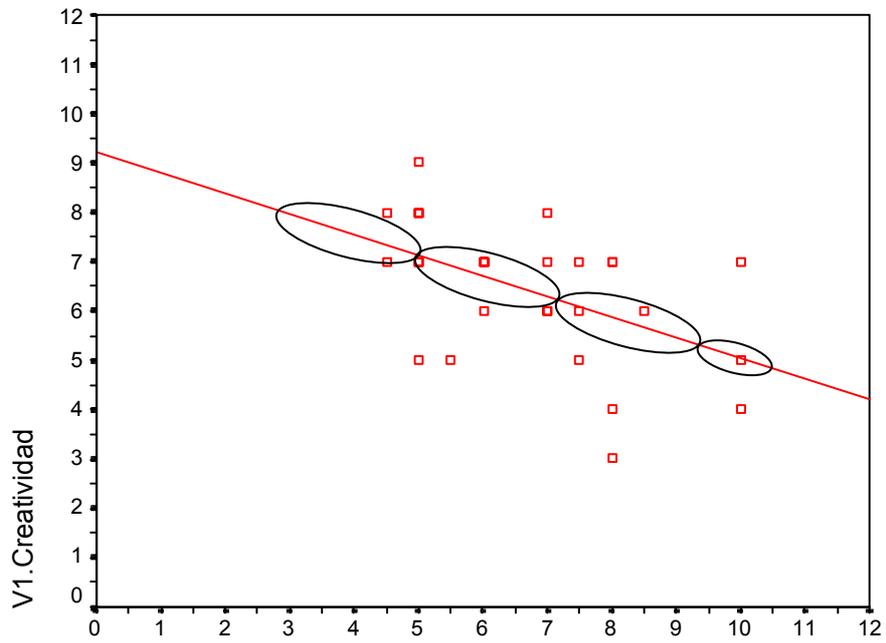
 Índices de la primera lectura
 Índices de la segunda lectura

ANEXO VI

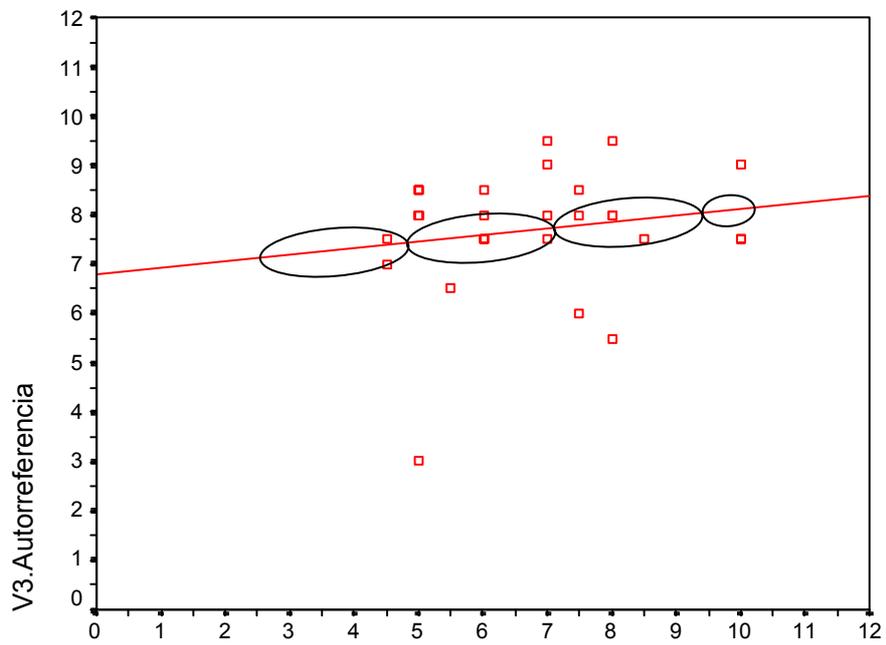
DIAGRAMAS DE DISPERSIÓN Y PARCHES BORROSOS DE LAS RELACIONES ENTRE VARIABLES



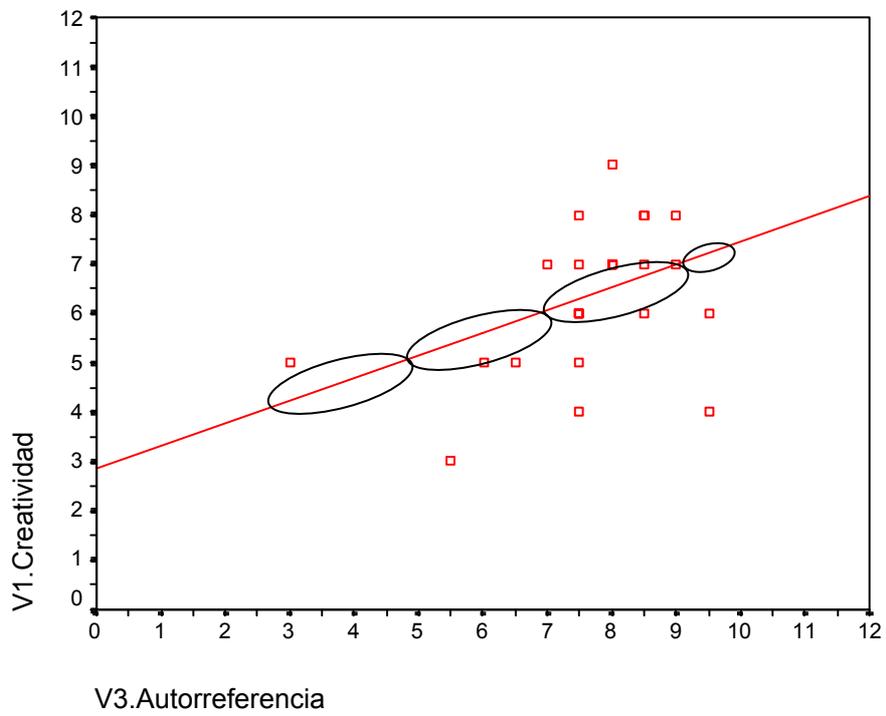
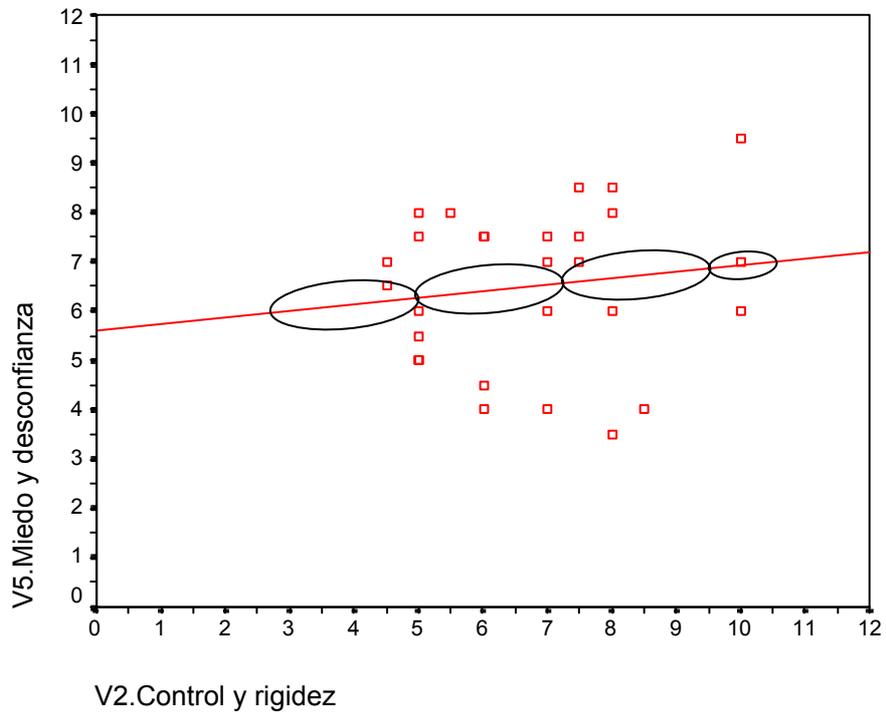


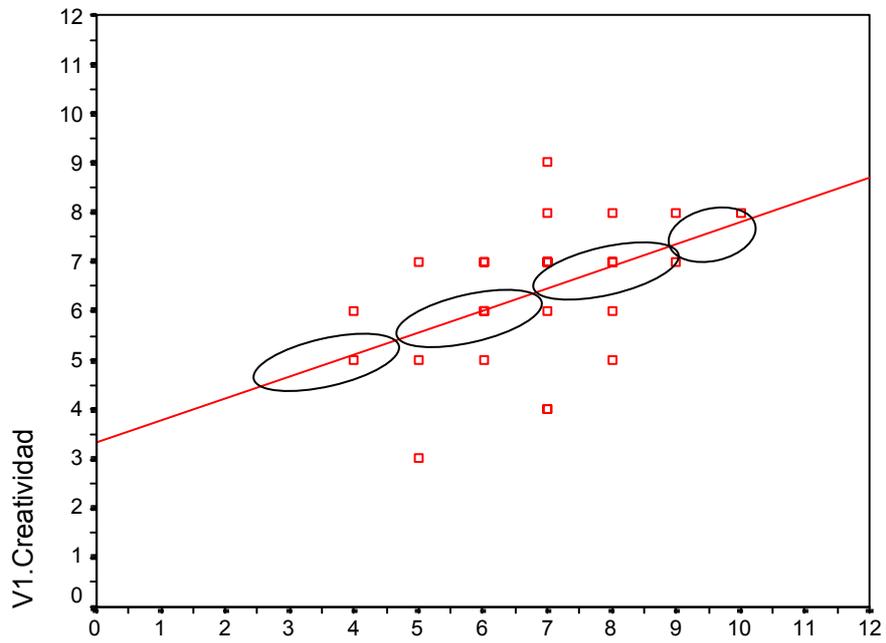


V2.Control y rigidez

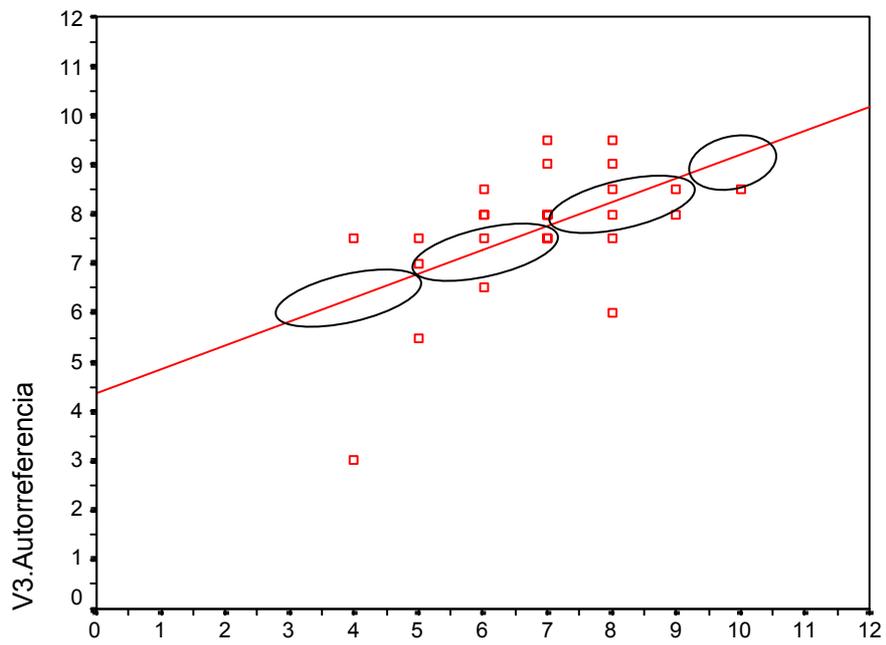


V2.Control y rigidez

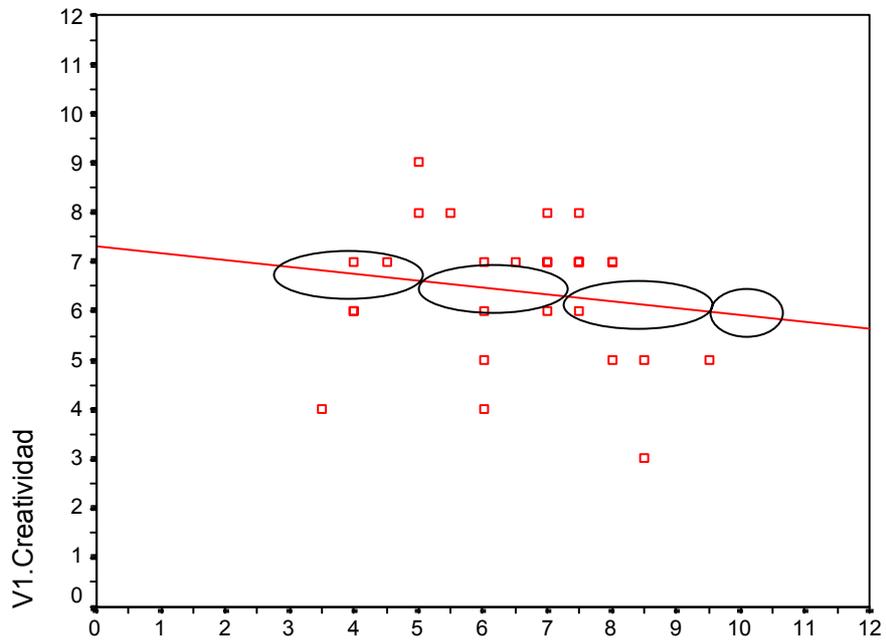




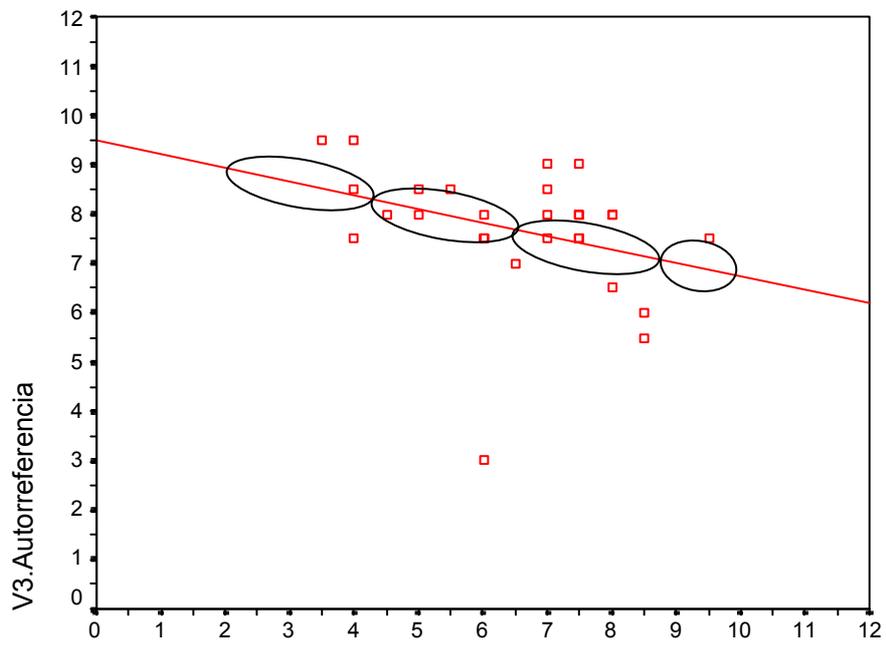
V4.Unidad autónoma



V4.Unidad autónoma



V5.Miedo y desconfianza



V5.Miedo y desconfianza

ANEXO VII

REGLAS BORROSAS DE LAS RELACIONES ENTRE VARIABLES

Lista completa de las reglas borrosas

V1-Creatividad y V3-Autorreferencia	
Si...	entonces...
V1 es poco (entre 3 y 4,9)	V3 es medio (entre 6,25 y 7)
V1 es medio (entre 5 y 6,9)	V3 es medio / bastante (entre 7,1 y 8)
V1 es bastante (entre 7 y 9)	V3 es bastante / mucho (entre 8,1 y 9)
V1-Creatividad y V4-Unidad autónoma	
Si...	entonces...
V1 es poco (entre 3 y 4,9)	V4 es medio (entre 5 y 6)
V1 es medio (entre 5 y 6,9)	V4 es medio (entre 6,1 y 7)
V1 es bastante (entre 7 y 9)	V4 es medio / bastante (entre 7,1 y 8)
V1-Creatividad y V5-Miedo y desconfianza	
Si...	entonces...
V1 es poco (entre 3 y 4,9)	V5 es medio / bastante (entre 7,2 y 6,8)
V1 es medio (entre 5 y 6,9)	V5 es medio (entre 6,7 y 6,4)
V1 es bastante (entre 7 y 9)	V5 es medio (entre 6,3 y 6)

V2-Control y rigidez externos y V1-Creatividad	
Si...	entonces...
V2 es poco (entre 3 y 4,9)	V1 es bastante / medio (entre 8 y 7,1)
V2 es medio (entre 5 y 6,9)	V1 es medio (entre 7 y 6,3)
V2 es bastante (entre 7 y 8,9)	V1 es medio (entre 6,2 y 5,3)
V2 es mucho (arriba de 9)	V1 es medio (entre 5,2 y 5)
V2-Control y rigidez externos y V3-Autorreferencia	
Si...	entonces...
V2 es poco (entre 3 y 4,9)	V3 es medio / bastante (entre 7 y 7,4)
V2 es medio (entre 5 y 6,9)	V3 es medio / bastante (entre 7,5 y 7,7)
V2 es bastante (entre 7 y 8,9)	V3 es medio / bastante (entre 7,8 y 8)
V2 es mucho (arriba de 9)	V3 es bastante / mucho (entre 8 y 8,1)
V2-Control y rigidez externos y V5-Miedo y desconfianza	
Si...	entonces...
V2 es poco (entre 3 y 4,9)	V5 es medio (entre 6 y 6,2)
V2 es medio (entre 5 y 6,9)	V5 es medio (entre 6,3 y 6,5)
V2 es bastante (entre 7 y 8,9)	V5 es medio (entre 6,6 y 6,9)
V2 es mucho (arriba de 9)	V5 es medio / bastante (entre 7 y 7,1)

V3-Autorreferencia y V1-Creatividad	
Si...	entonces...
V3 es poco (entre 3 y 4,9)	V1 es poco / medio (entre 4 y 4,9)
V3 es medio (entre 5 y 6,9)	V1 es medio (entre 5 y 5,9)
V3 es bastante (entre 7 y 8,9)	V1 es medio (entre 6 y 6,9)
V3 es mucho (arriba de 9)	V1 es medio / bastante (entre 7 y 7,4)
V3-Autorreferencia y V4-Unidad autónoma	
Si...	entonces...
V3 es poco (entre 3 y 4,9)	V4 es poco / medio (entre 4 y 5)
V3 es medio (entre 5 y 6,9)	V4 es medio (entre 5,1 y 6,3)
V3 es bastante (entre 7 y 8,9)	V4 es medio / bastante (entre 6,4 y 7,5)
V3 es mucho (arriba de 9)	V4 es medio / bastante(entre 7,6 y 8)
V3-Autorreferencia y V5-Miedo y desconfianza	
Si...	entonces...
V3 es poco (entre 3 y 4,9)	V5 es medio / bastante / mucho (entre 8,5 y 7,6)
V3 es medio (entre 5 y 6,9)	V5 es medio / bastante (entre 7,5 y 7)
V3 es bastante (entre 7 y 8,9)	V5 es medio (entre 6,9 y 6)
V3 es mucho (arriba de 9)	V5 es medio (entre 5,9 y 5,5)

V4-Unidad autónoma y V1-Creatividad	
Si...	entonces...
V4 es poco (entre 3 y 4,9)	V1 es poco / medio (entre 4,5 y 5,5)
V4 es medio (entre 5 y 6,9)	V1 es medio (entre 5,6 y 6,5)
V4 es bastante (entre 7 y 8,9)	V1 es medio / bastante (entre 6,6 y 7,5)
V4 es mucho (arriba de 9)	V1 es medio / bastante (entre 7,6 y 8)
V4-Unidad autónoma y V3-Autorreferencia	
Si...	entonces...
V4 es poco (entre 3 y 4,9)	V3 es medio (entre 5,6 y 6,5)
V4 es medio (entre 5 y 6,9)	V3 es medio / bastante (entre 6,6 y 7,5)
V4 es bastante (entre 7 y 8,9)	V3 es medio / bastante / mucho(entre 7,6 y 8,5)
V4 es mucho (arriba de 9)	V3 es bastante / mucho (entre 8,6 y 9,4)

V5-Miedo y desconfianza y V1-Creatividad	
Si...	entonces...
V5 es poco (entre 3 y 4,9)	V1 es medio (entre 7 y 6,6)
V5 es medio (entre 5 y 6,9)	V1 es medio (entre 6,5 y 6,4)
V5 es bastante (entre 7 y 8,9)	V1 es medio (entre 6,3 y 6,1)
V5 es mucho (arriba de 9)	V1 es medio (entre 6 y 5,9)
V5-Miedo y desconfianza y V3-Autorreferencia	
Si...	entonces...
V5 es poco (entre 3 y 4,9)	V3 es bastante / mucho (entre 9 y 8,1)
V5 es medio (entre 5 y 6,9)	V3 es medio / bastante (entre 8 y 7,6)
V5 es bastante (entre 7 y 8,9)	V3 es medio / bastante (entre 7,5 y 7)
V5 es mucho (arriba de 9)	V3 es medio (entre 6,9 y 6,6)