

EL CAMBIO ESTRUCTURAL

La presente exposición tiene un carácter provisorio. Hemos considerado conveniente, publicarla así para provocar la discusión sobre este importante tema y no porque consideremos que se resumen aquí conclusiones definitivas. Gran parte del material expuesto aquí son ideas ya elaboradas provenientes de pensadores de todos los tiempos que se han planteado, en diversas áreas, el problema del cambio estructural. También hay una repetición de ideas discutida en nuestros trabajos anteriores (68-70).

Si este trabajo tiene algo nuevo es esencialmente el énfasis sobre el problema del cambio estructural y la indicación de la posibilidad de expresar leyes comunes de aplicación a una gran diversidad de campos de la actividad humana.

Estas notas son una tentativa de exponer algunas ideas sobre el cambio estructural.

El Análisis de Sistemas, que ya se ha constituido en una serie de reglas y actitudes mentales de tantos especialistas, ha hecho muy poco por tratar, este problema.

Tal vez porque su interés ha sido el optimizar el comportamiento de sistemas cuya no se desea cambiar o de diseñar sistemas totalmente nuevos a partir de elementos disponibles no ligados a un sistema anterior.

El origen del Análisis de Sistemas en países industriales desarrollados explica en gran parte esta actitud. La teoría de los sistemas auto-adaptativos toca el problema sólo en sus aspectos más simples.

Por otra parte la literatura del cambio de estructuras se halla dispersa en numerosas obras de política, psicología, ciencias sociales, filosofía, biología, historia de la cultura y puede asociarse, entre otros, a los nombres de Heráclito, Hegel, Marx, Toynbee, Kuhn, Freud, Janov. Aparte de su dispersión, los principios enunciados por éstos pensadores se aplican a sistemas particulares y no forman (como el Análisis de Sistemas en el caso de los cambios cuantitativos) un conjunto de reglas para la comprensión y diseño de sistemas con estructura cambiante

Estas notas pretenden hacer una descripción de lo que hemos podido pensar en forma más general sobre el cambio estructural de los sistemas.

Es posible y, no muy difícil, dar un formalismo matemático a éstas ideas pero en las actuales circunstancias no tendría ningún valor práctico ni teórico. En efecto, las ideas sobre el cambio estructural están en una etapa descriptiva y es muy poco probable que de una formalización puedan extraerse conclusiones que no fueran obvias sin ella.

1. Sistemas, Elementos, Interacciones.

Llamamos sistema a una parte del universo. Está compuesto de elementos que tienen relaciones entre ellos.

Cuando aislamos una parte del mundo real y decimos que esa parte constituye un sistema, queremos significar que exhibe una cierta autonomía y su comportamiento puede ser

comprendido por la interacción mutua de sus elementos y una pocas (aunque esenciales) relaciones con el resto del universo fuera del sistema.

No entraremos en una discusión detallada de las varias definiciones de sistema. Es un concepto muy general y al definirlo en relación a otros (universo, parte, elementos, relaciones) siempre queda la posibilidad de definiciones circulares o hechas en base a elementos menos intuitivos. Por ejemplo para Ashby un sistema es un "conjunto cualquiera de variables con el tiempo como variable independiente" (1) aunque en principio no hay inconveniente en aceptar esta definición esto implica entrar a discutir los conceptos no tan primitivos de variable, valor, medición, etc. Además en el contexto de las definiciones de Ashby no hay términos especiales para distinguir entre el sistema real y su representación.

Una objeción a nuestra definición es la imprecisión de los términos "cierta autonomía" "pocas aunque esenciales", etc.

Como en tantos casos si hiciéramos desaparecer la ambigüedad o imprecisión sería a costa de hacer nuestra definición desprovista de contenido. Es decir haría que no pudieramos encontrar ejemplos concretos de ella y al tratar de aplicar la teoría correspondiente a dicha definición deberíamos hacerlo a entes que solo aproximadamente son sistemas. Reaparecería así la ambigüedad.

Ashby (2) llama "sistema natural", a aquel en el cual el "estado" o sea el conjunto de valores de sus variables en un cierto instante y la "entrada" (variables exógenas) determinan unívocamente las variables en el instante próximo. Esto se corresponden con nuestra exigencia de "cierta autonomía". Pero la condición que impone es muy fuerte. Con esta exigencia se quita la arbitrariedad a la definición de sistema como Conjunto "cualquiera" de variables. Por supuesto, sí uno se pone riguroso y exige un ejemplo de "sistema natural" se hace difícil o tal vez imposible darlo. Pues dado el estado actual y la entrada, la predicción del próximo estado esta afectada de error, debido principalmente a variables no tenidas en cuenta. La redefinición del sistema incluyendo las nuevas variables no siempre puede hacerse debido al desconocimiento de cuales son. Además, no resuelve el problema pues solo se mejora la predicción. El nuevo sistema es "más natural" que el anterior pero no "natural". Con lo cual reaparece la ambigüedad.

Parece ocioso detenerse en estas, consideraciones pero es bueno recordar que lo importante no es ser estrictamente riguroso - eso es impracticable o inoperante - sino cuidarse de la apariencia de rigor estricto.

El sistema puede describirse, en su nivel más general (sin entrar en detalle de sus elementos y relaciones) mediante sus relaciones con el mundo externo, en particular la relación entre las acciones que se ejercen sobre él (procesos originados en el mundo externo y se propagan al sistema) y las reacciones del sistema (procesos que se originan en el sistema y se propagan al exterior).

En la terminología de la teoría de sistemas se llama "entrada" a las acciones del mundo exterior sobre el sistema y "salida" a las acciones del sistema sobre el mundo exterior.

Una descripción más profunda entra en la enumeración de los elementos y sus relaciones. Los elementos son a su vez sistemas. Pero cuando estamos describiendo el sistema, los elementos sólo se describen en su nivel más general (entradas y salidas) no se entra en su estructura interna.

Podemos entrar en la descripción interna los elementos, obteniendo así una descripción más detallada del sistema. Decimos que esta descripción es de un nivel más profundo,

Las relaciones son las acciones de los elementos unos sobre los otros. Esta acción es transferencia de materia, energía, o como se suele decir, información.

Esta acción recíproca hace relativa dentro del sistema, la noción de causa y efecto, pues el cambio en una relación puede ocasionar el cambio en otra y el de esta, volver a cambiar la primera. En estos casos, no es posible decir cual es causa y cual es efecto.

Este punto es sumamente importante pese a su aparente trivialidad. No se insistirá nunca suficiente sobre la idea de casualidad circular. Gran parte de las discusiones sobre "que es lo determinante" en un proceso se apoyan en poner énfasis diferentes en diversos eslabones de la cadena causal circular. La idea de relación lineal causa - efecto está arraigada antropomórficamente y es la que surge primero en cualquier análisis. Muchos filósofos (3) han insistido en que ésta noción se disuelve en la noción más esencial de acción recíproca que es el ladrillo básico de la construcción de las estructuras.

Un punto importante es la relación del elemento con el sistema. Es un tema repetido por las diversas corrientes organicistas (4) que el sistema tiene propiedades que no pueden deducirse analizando las propiedades de sus elementos, sea que se interprete esta imposibilidad como absoluta o como imposibilidad práctica debido al número astronómico de combinaciones posibles entre elementos con muchas posibilidades de relación: Ver por ejemplo (5). Es imposible no estar de acuerdo con esta afirmación en de los dos sentidos (la imposibilidad práctica se convierte en absoluta si admitimos una infinitud de relaciones posibles para cada elemento). Es también imposible no admitir que los esfuerzos para explicar las propiedades del todo a partir de los elementos son válidos y fructíferos para el conocimiento de los elementos y los sistemas.

Otro punto de la relación sistema-elemento que nos interesa es la observación de que un elemento en un sistema revela solo algunas de sus posibilidades de conexión. Un ladrillo en una pared no revela su inercia que solo aparece en su relación con fuerzas cuando no está inmovilizado por los otros ladrillos. Si quitamos el elemento del sistema se revelarán nuevas propiedades o capacidades de relación con otros elementos. Esta observación es importante al referirnos al cambio de estructuras que discutiremos más adelante.

2. Modelos.

Un modelo de un sistema es otro sistema cuyos elementos y relaciones se corresponden con los del sistema original. La correspondencia no es uno a uno. En el sistema hay siempre propiedades y relaciones que no tienen correspondiente en el modelo y viceversa. Esto origina discrepancias entre el comportamiento del sistema y el del modelo. Otra fuente de discrepancia es la diferente naturaleza de los elementos y relaciones entre los dos sistemas. Esta diferencias importante al referirnos al cambio estructural.

Descripciones verbales, metáforas, gráficos, modelos matemáticos, maquetas, fotografías, son ejemplos de modelos. Evidentemente sistema y modelo son conceptos recíprocos, aunque en el discurso siempre se aclara cual se denominará sistema y cual modelo. En general, llamamos modelo al que es más manejable, más fácil de manipular y experimentar. En muchos casos el

sistema se ha formado "naturalmente" (sin planeamiento o premeditación humana) mientras que el modelo es un producto artificial.

No intentaremos una clasificación de los modelos. El interesado en clasificaciones puede consultar por ejemplo (6) (7) La diversidad es tal que siempre alguien nos mostraría un ejemplo fuera de la clasificación.

Una serie de sumas y restas son un modelo de la operación de un negocio sencillo un árbol es, para algunos filósofos de la historia, un modelo de una cultura, un mapa es un modelo de un país, una distribución de probabilidad que se mueve en el espacio es un modelo de electrón, un personaje de una obra de teatro es un modelo de algunas personas que conocemos. Así podemos continuar con los ejemplos mas dispares en cuánto a sus propiedades.

Es también conocido que puede haber muchos modelos de un mismo sistema, pues los elementos y relaciones de cada elemento pueden corresponderse con conjuntos diferentes de elementos y relaciones del sistema original.

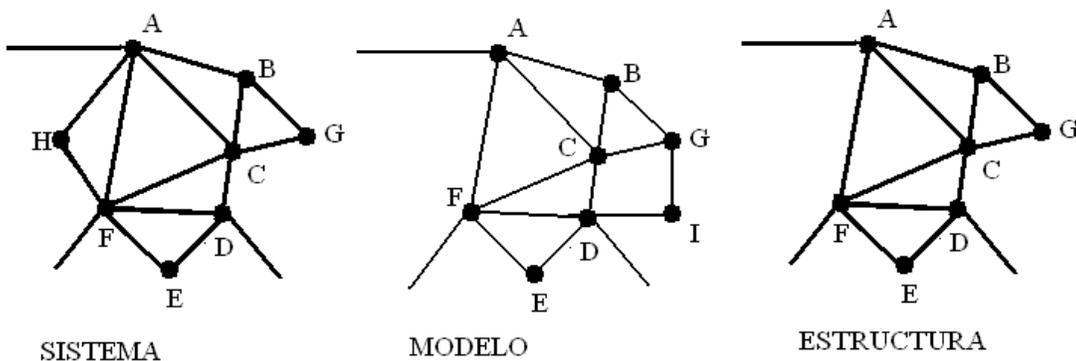
La distinción nítida entre sistema y modelo que hacemos aquí está claramente discutida en (8) y no es usual en los libros sobre sistemas, aunque siempre está implícita una diferencia entre la realidad y su representación.

3. Estructura.

Llamamos estructura de un sistema, a la parte del sistema que tiene correspondiente en un cierto modelo. Este es, en el fondo, el uso común de la palabra estructura. La diferencia entre estructura y modelo es que aquella se refiere a elementos y relaciones del sistema que se está discutiendo.

Así, por ejemplo para el ingeniero las vigas, muros portantes, columnas y placas forman las "estructura" de un edificio y su modelo es una maqueta que tiene esos elementos o un plano o un sistema de ecuaciones que los representa.

Gráficamente podríamos representar un sistema su modelo y su estructura:



Algunos elementos y relaciones del-sistema no tienen correspondiente en el modelo, el cual tiene otras relaciones y elementos que no tiene el sistema. Los elementos del sistema que tienen representación en el modelo constituyen la estructura.

Hay que hacer notar que el término "estructura" es utilizado de modo diferente por diferentes autores por ejemplo los estructuralistas, Para Levy Strauss (9), el término estructura no se refiere al sistema real sino que es un modelo que cumple determinadas condiciones: a) interrelación mutua de sus partes, b) existencia de una serie de transformaciones capaces de generar un grupo de modelos análogos c) predictibilidad de las consecuencias de las alteraciones (que el modelo haga inteligibles los hechos) Piaget (10) resume esto en tres características, totalidad, transformaciones y homeostasis. Comparada con nuestra definición vemos que nosotros llamamos estructura a componentes del sistema real, y no del modelo. De todas maneras como llamamos estructura a la parte del sistema real representada en el modelo las definiciones aparecen aproximadamente equivalentes, La característica de totalidad está implícita en nuestra definición ya que la estructura representa las relaciones más importantes, del sistema real. La característica homeostática preferimos no incluirla. Al omitirla no habría inconveniente en hablar de "estructuras desequilibradas" o en "transición" cuando discutamos el cambio de estructuras. Creemos precisamente que el énfasis en la homeostasis ha sido el defecto del actual análisis de sistemas y estructuras y ha resultado en su inaplicabilidad a los procesos esenciales y usuales de dinámica estructural. Por último la existencia de transformaciones (rasgo distintivo del estructuralismo cuando se lo compara con las demás teorías admiten "totalidades") no consideramos necesario incluirlo. Estas transformaciones son concebidas como reglas que, dada una estructura o modelo, permiten transformarla en otro del mismo tipo. Aunque no está muy claro que se quiere decir con "el mismo tipo" hay ejemplo concretos suficientemente explícitos (11). Estas reglas pueden ser muy útiles como herramienta de investigación que ilumine sobre otras posibilidades de conexión de los elementos que forman la estructura pero a nuestro entender es altamente dudoso que se correspondan con el mecanismo real de transformación cuando el sistema cambia estructuralmente, Hasta donde sabemos no han aportado nada al esfuerzo de conceptualizar, aclarar o simular el proceso de cambio estructural y del origen de las estructuras. Por eso preferimos no incluirlas en nuestra definición.

Otra exigencia de los estructuralistas es que a la serie de transformaciones que generan la familia de estructura formen grupo. Esto implica, entre otras cosas, la reversibilidad de transformación que da una posibilidad de homeostasis de las estructuras. Tal exigencia, si bien tiene una serie de ventajas de tipo descriptivo y representativo excluye de la consideración la gran cantidad de transformaciones irreversibles del mundo real. Como veremos la reorganización estructural implica casi siempre pérdida o ganancia de elementos lo cual hace sumamente discutible la reversibilidad del cambio.

Un mismo sistema tiene tantas estructuras como modelos tengamos de él. Este carácter relativo de las estructuras debe tenerse en cuenta en toda la discusión que sigue.

Es importante darse cuenta que no todas las partes de la estructura tienen la misma importancia. Esto nos llevaría a distinguir entre estructura básica y estructura periférica pero esta distinción se entenderá mejor cuando hayamos discutido la propagación del cambio estructural,

4. El Modelo Matemático.

Es posible hacer la discusión del cambio dinámico y el estructural sin recurrir a un modelo determinado, pero es mucho más cómodo tener presente un modelo.

Tomaremos el modelo matemático, debido a su poder, descriptivo y a su importancia actual, debido a la posibilidad de extraer de él predicciones sobre el sistema, gracias a los métodos modernos de computación.

En el modelo matemático:

- Las relaciones se representan mediante variables cuyos valores (aritméticos, lógicos, o elementos de un conjunto definido) son medidas de las relaciones.
- Un elemento se representa mediante una función que relaciona las acciones de los demás el exterior con sus reacciones sobre los otros elementos y el exterior. Acciones y reacciones son relaciones, y se representan como variables cuyos valores constituyen respectivamente el dominio y en el rango de la función o relación descriptora o representativa del elemento. Las propiedades de los elementos se representan también por variables.

La estructura del sistema está formada por aquellas relaciones representadas por las variables y los elementos representados por las funciones del modelo matemático.

Las variables que describen las relaciones externas se llaman exógenas. Las que describen relaciones entre elementos del sistema se llaman endógenas.

La técnica de construcción de modelos matemáticos esta expuesta en numerosos textos (12 - 14)

Baste decir aquí que se siguen los pasos siguientes:

- Determinación de las variables y sus relaciones o ecuaciones. Esto es, de la estructura del sistema.
- Asignación de valores a los parámetros (constantes de las ecuaciones) y de valores iniciales de variables endógenas, que resumen la historia anterior del sistema.
- Asignación de los valores históricos de las variables exógenas, que resumen la relación del sistema con el resto del universo.
- Cálculo de los valores de las variables para períodos sucesivos del tiempo.
- La validación implica por lo general el cálculo con el modelo de una serie histórica conocida y conduce a la aprobación o rectificación del modelo.
- Experimentación cambiando parámetros o valores exógenos.

En todo este proceso observaremos:

- a) Que nuestra imagen o "teoría" sobre el sistema está reflejada no solamente en las variables y funciones sino en los valores cuantitativos de los parámetros y aun de los valores iniciales. Esta relación íntima entre los aspectos cuantitativos y cualitativos de los modelos matemáticos no es siempre, bien entendida por los no especialistas que interpretan que los valores numéricos representan sólo propiedades cuantitativas.
- b) Se supone que la estructura determina la historia. Es decir, dado el modelo, las condiciones iniciales y las variables exógenas, el comportamiento histórico del modelo queda definido.

Está representado por las series históricas de sus variables.

5. El cambio dinámico o cuantitativo

El cambio temporal más simple de un sistema es aquel en el cambian los valores de las variables transcurrir el tiempo. La estructura del sistema no sea Uca. Las variables son siempre las mismas y las funciones descriptoras incluyendo los valores de los parámetros que-aparecen-en-ellas no cambian.

Una propiedad de muchos sistemas es que ciertas variables mantienen sus valores dentro un cierto rango muy estrecho. Esta propiedad analizada en detalle muestra que:

- a) Si los valores de dichas variables salen de ese rango ocurren en el sistema cambios generalizados y a veces irreversibles. Se las llama por eso variables críticas.
- b) El mecanismo por el cual dichas variables se mantienen dentro de dichos límites, mientras las otras varían contiene esencialmente:
 - i) Un detector del valor de las variables críticas que pueden alterarla.
 - ii) Información almacenada sobre el valor deseado de las variables referidas en i), y un mecanismo que estima la diferencia entre el valor actual y el deseado.
 - iii) Un mecanismo de control que en base a esa diferencia altera otras variables que compensan las posibles alteraciones de las variables críticas.

Estos mecanismos se denominan mecanismos de control (de retroalimentación o de pre-alimentación, según los casos). El resultado general de la existencia de estos mecanismos es el comporta miento estable del sistema como totalidad ante perturbaciones externas. Es decir el mantenimiento de la estructura. Evidentemente la división de variables en. Críticas y no críticas es relativa. Estas últimas son también críticas pero su rango de variación es más amplio. Estrictamente deberíamos decir que, para todas las variables existen ciertos límites críticos.

6. El cambio estructural o cualitativo

Este tipo de cambio es de un orden superior al cambio cuantitativo. En el cambio estructural ocurren una y varias de las transformaciones siguientes:

- a) Aparecen o desaparecen elementos del sistema.
- b) Aparecen o desaparecen relaciones entre los elementos.
- c) Se altera el comportamiento de los elementos del sistema.

Esto implica que en el modelo matemático:

- a) Se agregan o son eliminadas ecuaciones.
- b) Se agregan o son eliminadas variables.
- c) Se alteran las ecuaciones.

Se pueden distinguir cambios más o menos profundos. Refiriéndonos al modelo matemático, pueden cambiar algunos parámetros de las ecuaciones que representan los elementos, pueden agregarse o quitarse unas pocas variables representativas de relaciones, pueden agregarse conjuntos grandes de variables o ecuaciones.

7. Origen y Propagación del Cambio Estructural.

El cambio estructural se origina cuando por causas internas o externas al sistema se eliminan o agregan algunas relaciones o elementos o se alteran algunos de estos. Esta perturbación implica por lo general que los mecanismos de autocontrol del sistema han sido excedidos o no existen para los factores perturbadores.

Desde el punto de vista del modelo matemático el cambio por causas internas comienza cuando una o más variables sobrepasan sus límites críticos.

La consecuencia de este cambio cuantitativo es la ruptura o aparición de interconexiones, o cambios en los elementos. Es decir, un cambio de estructura o cualitativo.

Este cambio estructural puede destruir ciertas interacciones, en especial ciertos mecanismos de control, y eso causa que nuevas variables se salgan de sus límites críticos, con nuevos cambios de estructura, etc.

Es el proceso de propagación del cambio estructural. Este proceso continúa hasta que se alcanza una nueva estructura estable. El proceso así descrito, como una serie de cambios cuantitativos y cualitativos, es la expresión más general y abstracta de la transformación de estructuras.

El desencadenamiento y propagación del cambio estructural ha sido descrito a vida diaria y en la vida diaria en una científica o no, por una serie de principios, parábolas y metáforas. El efecto de la "última gota" que desencadena el derrame total, el "vino nuevo en odres viejos" de la parábola bíblica que utiliza Toynbee (15) para describir el efecto profundamente perturbador de un elemento extraño en una cultura, el cambio cuantitativo que se hace cualitativo en los filósofos hegelianos y marxistas (16) son diversas formas y aspectos de expresar el proceso.

En cuanto a los puntos de vista estructuralistas y funcionalistas se limitan a registrar el cambio estructural como un accidente o anomalía sin intentar explicar el fenómeno.

Ferdinand de Saussure (17) ha expresado categóricamente este punto: "los hechos diacrónicos (así llama a los que implican transformación de estructuras en el tiempo) son particulares; la alteración de un sistema se cumple por la acción de sucesos que no solo le son extraños sino que están aislados, sin formar sistema entre sí (*). Según esta posición, que se repite más o menos explícita en los estructuralistas, no puede haber ciencia del cambio estructural. Para nosotros el cambio estructural puede predecirse teniendo en cuenta los cambios cuantitativos de las variables del propio sistema y la articulación en un sistema de diversos actores de cambio, tal como veremos más adelante. En cuanto a los funcionalistas aunque discuten el proceso, el énfasis de su estudio está en los mecanismos de estabilidad e integración del sistema. (66)

Una característica notable en el proceso de propagación del cambio estructural es la aparición de nuevas propiedades de los, elementos. Como ya señalamos al estar un elemento vinculado a un sistema sus propiedades aparecen restringidas. En la desvinculación que aparece en el cambio estructural los elementos revelan nuevas propiedades o sea nuevas posibilidades de articulación que dan una variedad potencial muy grande a la deriva estructural.

(*) El subrayado es nuestro.

Una de las dificultades de predecir el cambio estructural está en que exige un conocimiento muy profundo de propiedades de los elementos que no son obvias en su estado actual vinculado.

8. Origen de las Estructuras.

El origen de las estructuras ha planteado siempre un problema filosófico sumamente difícil. No escapó ni al hombre primitivo la maravillosa organización de las estructuras naturales y en el asombro experimentado al considerarlas está implícito el reconocimiento de su alta improbabilidad.

En las soluciones teológicas se supone que las estructuras son formadas de un golpe por una inteligencia superior, de forma análoga a las estructuras artificiales.

Para nosotros todo sistema se origina por cambio estructural de un sistema anteriormente existente, de modo que el problema del origen de las estructuras, es el problema del cambio estructural. Sin embargo es importante el caso en el cual existen elementos dispersos y un sistema unificador que podemos llamar campo estructurante. Este sistema unificador actúa sobre los elementos y los ensambla en un sistema. El campo estructurante puede estar originado en los mismos elementos o en el medio exterior. Puede haber una modificación recíproca de los elementos y el campo durante el proceso de formación del sistema.

Los procesos de fabricación y ensamblaje, tanto los artificios como los naturales son ejemplos de este modo de fabricación de estructuras que es tal vez más impresionante, pues el sistema resultante es notablemente diferente de los elementos dispersos y del campo estructurante que constituyen la estructura anterior.

La parte de la teoría de sistemas llamada "Síntesis de Sistemas" da algunos principios y reglas para construir sistemas que cumplan una función dada. Su principio es el célebre axioma de los arquitectos organicistas "la función determina la forma"(18). Aparte del problema evidente de que una función puede ser satisfecha por una infinidad de formas, la síntesis de sistemas siempre parte de la hipótesis de que los elementos que van a formar parte del futuro sistema están "libres" y es posible combinarlos a voluntad del diseñador. El gran problema de provocar cambios estructurales consiste en que los elementos forman parte ya de una estructura y manejarlos implica enredarse con los mecanismos de homeostasis estructural de la estructura vieja. En cuanto a las dificultades de definir "la función" y sacar de ella "la forma" o sea el sistema pueden verse en los intentos de Alexander (19). En su exposición se ve que los diseños que funcionan bien son los articulados históricamente es decir por cambios estructurales.

Otra teoría de aplicación difundida del origen de las estructuras es la que postula la intervención continua del azar y la selección natural. Es la sostenida por los antiguos atomistas (20) y por el darwinismo, sobre todo en su forma posterior de neo darwinismo (21).

La dificultad de ésta posición ha sido señalada por biólogos teóricos en especial organicistas, sistemistas (22) y filósofos (23). Estos señalan que un órgano complejo es un cúmulo de subsistemas, cada uno de los cuales no proporciona la ventaja especial al individuo que lo adquiriera aisladamente por azar. Si por otra, parte suponemos que aparecen todos simultáneamente por azar esto es tan improbable como la aparición mutacional de todo el órgano. Volveremos sobre este problema al hablar de las revoluciones estructurales.

Es interesante notar que al pasar un elemento a pertenecer a un sistema se modifica la función que lo describe. Esto es debido a las relaciones que se establecen con los demás elementos que originan cadenas causales cerradas sobre el elemento. Así, un ladrillo en una pared no responde igual a una fuerza horizontal que este un ladrillo libre en el suelo, pues puede moverse mientras que aquél interactúa con el resto de la pared y ésta ejerce sobre él una fuerza que lo inmoviliza.

Cuanto más variadas son las propiedades de los elementos (es decir, más complejas sus funciones descriptivas) mayor es la variedad posible de las estructuras resultantes, Sin embargo es notable la inmensa variedad de combinaciones posibles de unos pocos elementos con un número pequeño de propiedades.

9. Sistemas con Estabilidad Estructural.

Decimos que un sistema es estructural estable con relación a un cambio estructural cuando éste último al propagarse lleva al sistema original a uno que es prácticamente equivalente al anterior es decir que tiene las acciones recíprocas con el exterior sensiblemente iguales.

El sistema puede resultar estable en dos sentidos:

- a) Debido a que el cambio estructural aunque quede permanentemente implementado en el sistema no altera el comportamiento básico, es decir, el sistema resultante queda equivalente al anterior. Diremos que ha sido afectada la estructura periférica y no la básica.
Esto nos dará un criterio de distinción entre estructura básica y periférica. Mientras se altere esta última el comportamiento del sistema en su relación con el exterior no es sensiblemente afectado.
- b) El sistema tiene mecanismos de reconstrucción de la parte de la estructura dañada. Este es el caso más interesante. El sistema, tiene homeostasis estructural.

De modo análogo a la estabilidad dinámica la estabilidad estructural exige:

- i) Un mecanismo detector de los cambios de estructura.
- ii) Información almacenada sobre la estructura deseada y mecanismos que la comparen con la actual. Esta información no es una simple colección de "valores deseados" (ver 5 ii) sino un verdadero "subsistema de Información" muchas veces "capacidad de simulación".
- iii) Mecanismos que, en base a la diferencia anterior, provoquen los cambios estructurales compensatorios.

Véase que, aunque estos mecanismos son formalmente análogos a los descritos en 5, su complejidad es de un orden superior,

En particular i) implica un reconocedor de estructuras en vez de un simple medidor implica un sistema evaluador de las estructuras para juzgar su diferencia en vez de un simple mecanismo de resta. iii) implica un sistema muy complejo capaz de ensamblar subsistemas (elementos).

Los sistemas biológicos y sociales con regeneración nos muestran ejemplos de éstos mecanismos. No es difícil proseguir la analogía entre la estabilidad dinámica y la estructural, lo cual nos dice muchas condiciones que deben cumplir los sistemas estructuralmente estables.

El concepto de sistema con estabilidad estructural se corresponde en parte con el de sistema ultraestable de Ashby (24).

La ubicuidad del cambio de tipo estructural aparece no bien uno deja de pensar en me-ras relaciones funcionales y mira los cambios bruscos en relaciones básicas. En muchas ocasiones inclusive el mantenimiento de una estructura Se hace a través de una colección de cambios estructurales de los elementos (es decir en el nivel inferior). En una sociedad los elementos constitutivos (individuos) desaparecen y son reemplazados por otros que fabrica la propia sociedad mediante un complejo proceso de estructuración física y mental. Las células pierden continuamente proteínas y fabrican continuamente sus reemplazos en un proceso de ensamblado continuo (25). Estos sistemas mantienen su estructura mediante un proceso de reestructuración continuada que implica un flujo continuo de materia y energía. Bertalanffy (26) los ha llamados sistemas "abiertos" y comprenden un gran número de sistemas físicos biológicos y sociales.

Acerca del sistema de aprendizaje es notable ver qué la idea de una "máquina que aprende" es concebida como una red de elementos con capacidad de variar sus interconexiones de acuerdo con las circunstancias. Es decir, en nuestros términos: un sistema (o subsistema) en el cual los cambios estructurales ocurren con facilidad, dirigidos por un mecanismo de recompensa y castigo según la reacción. Existe una teoría abstracta de estos sistemas (27) y se han hecho simulaciones del proceso (28).

10. Evolución y Revolución Estructural.

El tratamiento de sistemas muy complejos como los sociales, psíquicos y-culturales exige una consideración más concreta que la vista-en 7 (cambios cuantitativos y cualitativos).

Para ello es necesario tener en cuenta la distinción ya señalada entre la estructura básica y la periférica. La distinción no es siempre nítida pero en la consideración de casos concretas pueden verse conexiones y elementos cuyo cambio o desaparición no producen una propagación apreciable del cambio estructural. El sistema resultante queda equivalente al anterior. Estos elementos y conexiones son la estructura periférica.

Hay otros cuya alteración lleva a un cambio total en el comportamiento del sistema. Estos forman parte de la estructura básica.

Hemos visto que los sistemas pueden tener homeostasis estructural. Esto es en general una característica de los sistemas de complejidad elevada. Una manera tal vez algo antropomórfica pero adecuada de expresar esto es diciendo que el sistema "resuelve problemas". El "problema" son las alteraciones en las variables o en la estructura.

Una alteración no estructural (cambios en-los valores de las variables) puede resolverse alterando otras variables como se vio en 5. Una alteración estructural puede resultar en la restauración del sistema original: como se vio en 9.

Pero a veces sucede que la perturbación, de origen interno, lleva a la modificación de la estructura produciéndose un sistema que difiere del anterior ya sea en la estructura periférico o en la básica. Estas son esencialmente las maneras que tiene el sistema de "res ver el problema". Este proceso es de gran interés en la evolución de los sistemas complejos de modo que es importante tratar de llegar a una descripción más exacta del mismo.

Durante el funcionamiento "normal" del sistema los "problemas a resolver" requieren tan sólo cambios cuantitativos (en los valores de las variables) o alteraciones en la estructura periférica.

En este último caso el sistema se transforma estructuralmente pero en una forma evolutiva. Un ejemplo interesante es el indicado por Toynbee en el crecimiento de las civilizaciones por una sucesión de "incitaciones" y respuestas adecuadas que exigen desarrollos estructurales de nuevas instituciones (29).

El desarrollo estructural evolutivo requiere una serie de mecanismos semejantes a los enunciados en la homeostasis estructural pero más complejos y cuyo éxito no está asegurado por no existir una "estructura de referencia" que haya que fabricar.

Es cierto que muchas veces el problema mismo y la meta (estabilidad de la estructura final) indican las vías posibles de solución y hacen que las articulaciones estructurales intentadas estén muy lejos de ser totalmente aleatorias. (*)

El resultado de estos procesos es un aumento de la complejidad, riqueza de estructuras y capacidad del sistema en resolver problemas

El desarrollo es particularmente notable si el sistema aumenta su "radio de operaciones" es decir, aumentar no sólo su capacidad de resolver problemas sino que se relaciona con "nuevos problemas" cuya posterior solución produce nuevos desarrollos.

Los "paradigmas científicos" como sistemas destinados a buscar y resolver enigmas nos dan un ejemplo notable de este tipo de proceso (30).

Por último puede ocurrir que el problema exceda la capacidad del sistema. Esto es, que no pueda ser solucionado mediante cambios cuantitativos o estructurales periféricos.

Hay entonces dos alternativas:

- a) Se entra en la modificación de la estructura básica-y en un proceso de propagación de cambio estructural.
- b) No se resuelve el problema en el sentido de que se lo excluye, se lo aísla o se demora su solución. Esto se hace mediante cambios cuantitativos o estructurales periféricos.

Expresado en el lenguaje de la teoría del control (31) el sistema mantiene su estabilidad disminuyendo la "variedad" de la entrada en vez de aumentar la variedad de los mecanismos de control.

La proliferación y, en un grado más avanzado, la articulación, de mecanismos para "rechazar" problemas hace que el sistema vaya anulando sus posibilidades de evolución. Es el anquilosamiento del sistema, del cual se pueden encontrar numerosos ejemplos biológicos psicológicos y sociales.

(*) Este proceso está facilitado por el subsistema de información y la capacidad de situación de muchos sistemas complejos.

En este estado el sistema puede permanecer largo tiempo o puede ser finalmente destruido por acciones externas que sobrepasen sus sistemas defensivos

Una perspectiva de cambio sumamente importante es aquella en la cual se forma un contra-sistema. Describiremos el proceso con cierto detalle.

Los problemas rechazados (acciones perturbadoras provenientes del sistema o del exterior a los cuales no se da una respuesta evolutiva) no desaparecen por el hecho de no ser controlados por el sistema. Quedan en una situación en que “están y no están” en el sistema. Este hecho se ha expresado de diferentes formas en diferentes tipos de sistemas. Ideas subconscientes, recuerdos, reprimidos, proletariados alienados, problemas científicos no resueltos por los paradigmas vigentes, poblaciones marginales, ideologías proscritas; países atrasados, problemas sociales que no es permitido mencionar, defectos crónicos de las organizaciones. Todas estas expresiones designan elementos o articulaciones de elementos y procesos que se reconocen ligados a un sistema pero que no forman estrictamente parte de él. Podrían ser suprimidos y el sistema no solo seguiría “funcionando” sino que funcionaría mejor.

Cuando un sistema entra en el camino de “rechazar problemas” sus mecanismos de defensa se multiplican y articulan en complejos sistemas defensivos y el número de problemas marginales no resueltos puede crecer peligrosamente.

La crisis tiene lugar cuando comienza la articulación de los elementos procesos marginados y a formarse un contra sistema. Los problemas se refuerzan mutuamente y el sistema original se halla ante los mismos problemas agigantados con lo cual las alter nativas a) y b) anteriores se plantean de manera cada vez más apremiante.

Este es el proceso que los dialécticos de todos los tiempos han caracterizado como “lucha de contrarios”, expresión que les ha valido la critica de antropomorfismo.

Basta recordar la expresión de Heráclito “El combate es padre de todas las cosas” (32) o la expresión de Hegel...”la alguna cosa, lo finito,... es en sí lo otro que sí mismo y por lo tanto cambia.

En el cambio se manifiesta la contradicción interna inherente a la existencia, y que, la estimula para a ir más allá de sí misma (33). O bien las de Lenin (34): “el desarrollo es la lucha de contrarios” o más específicamente en los términos de V.G. Afanasiev “los objetos y los fenómenos se desdoblán en tendencias contrapuestas, constituyen una unidad de contrarios. Las tendencias contrapuestas no existen simplemente, sino que se encuentran en estado de contradicción y lucha permanente entre ellas. La lucha de contrarios constituye el contenido interno y la fuente del desarrollo de la realidad” (35).

Todas estas afirmaciones de los dialécticos enfatizan el mecanismo de lucha interna como fuente del cambio de estructuras. Cuando no se desentraña la operación detallada de este mecanismo (cosa que los dialécticos casi nunca hacen a nivel abstracto sino en ejemplos y aplicaciones) el principio aparece como algo misterioso: “el objeto o sistema se divide en un par de contrarios que “luchan” entre sí originando la dinámica del sistema”. Ni que decir que hay cambios del sistema que pueden manejarse perfectamente sin acudir a esta ley, es el caso en que el sistema mantiene su estructura. Este es el caso en que los analistas de sistemas tienen éxito con sus modelos. Los dialécticos (también desde Heráclito) sostienen que la contradicción está enmascarada en la forma de “unidad de contrarios” y la evolución lógica es su transformación, en “lucha de contrarios”. La habilidad del pensador está según ellos en descubrir unidad de

contrarios, donde el observador superficial sólo ve un sistema absolutamente coherente u homeostático. “No comprenden --dice Heráclito--cómo conspira consigo mismo lo que es diferente: armonía por tensiones opuestas como del arco y de la lira” (36).

El mecanismo de control de un sistema con homeostasis es el ejemplo más simple de “contra sistema” en unidad con el sistema original no controlado.

Es típico que en el análisis detallado de los procesos se pierde esta perspectiva de unidad y lucha de contrarios, de ahí que haya sido criticada y ridiculizada por los que reducen un proceso a una sucesión detallada de interacciones causales.

Ver por ejemplo Monod (37) para una crítica de estos principios, que a veces han sido tan mal expuestos y ejemplificados que se los tiende a tomar como propiedades misteriosas de la realidad concierto sabor antropomórfico y finalista.

En realidad lo que se tiene es un conjunto de elementos cuyas características individuales hacen que sea muy probable su ensamblaje en un sistema único, pero, por las razones históricas apuntadas están ensamblados en dos sistemas, cada uno de los cuales actúa sobre el otro como perturbador, destructivo y causante de cambios estructurales que se propagan.

El final más probable de ésta situación es la desarticulación del viejo sistema -que habla dejado de resolver problemas fundamentales, (problemas que el nuevo resuelve) y la formación de un nuevo sistema, por lo general igual al contra sistema con cambios estructurales mas o menos profundos.

Hay muchas formas en que se desarrolla éste tipo de cambio revolucionario, dependiendo de condiciones concretas del sistema.

En todo caso las fases sucesivas son distinguibles más o menos nítidamente en estos procesos proliferación de los problemas sin resolver (“contradicciones” en el lenguaje de los dialécticos) articulación del sistema defensivo, articulación de los procesos excluidos, formación del contra-sistema, interacción mutua con propagación activa del cambio estructural, consolidación de la nueva es una serie de cambios estructurales periféricos.

El cambio no es anárquico pues en cada sistema hay una cierta estructura, anquilosado y defectuosa en el viejo, incipiente y poco organizada en el nuevo.

Un caso importante es aquel que el sistema está dividido en forma más o menos nítida en subsistemas. En estos casos es frecuente que la nueva organización estructural se manifieste en ciertos subsistemas y la vieja en otros. Así un individuo puede cambiar radicalmente en sus opiniones pero muchos procesos de comportamiento seguirán correspondiendo a sus opiniones anteriores, Una transformación social radical puede ganar ciertas áreas geográficas o institucionales. Un nuevo paradigma científico puede imponerse en un área explicando una serie de fenómenos mientras que otros se siguen explicando únicamente por la vieja teoría.

Hay que hacer notar que el nuevo sistema resuelve primeramente los problemas que el viejo había rechazado.

Casi nunca resuelve satisfactoriamente todos los problemas, incluyendo los que el viejo resolverla. Este defecto puede irse corrigiendo durante el proceso de crisis o en etapas posteriores de la consolidación de la nueva estructura. El desenlace es por lo general la formación de un nuevo sistema capaz de resolver más problemas que el anterior. En este sentido el cambio es evolutivo.

11. Estructura y entropía

Un sistema es un dispositivo de resolver problemas. La solución de un problema es un procedimiento rutinario que solo exige cambios momentáneos en las variables o bien es un procedimiento que exige pequeños cambios estructurales. Estos cambios son modificaciones, en general pequeñas de ciertas estructuras y el proceso por el cual cambian se llama “aprendizaje”. Una vez realizado el cambio de estructura la solución de otros problemas análogos se vuelve rutina. Es fácil encontrar ejemplos de sistemas que sólo admiten el primer tipo de cambios y de los que admiten ambos tipos. Compárese por ejemplo el proceso de solución instintiva y el de solución inteligente en los animales.

El sistema que resuelve problemas por el segundo método aumenta su organización su improbabilidad, En otras palabras, baja su entropía. Esto se hace a costa de subir la entropía en un sistema de menor jerarquía (por ejemplo degradando energía). Por otra parte como hemos visto un sistema es un selector de problemas. La estructura casi siempre se mantiene si ciertos problemas son rechazados y no se los soluciona, Es decir el sistema se protege en muchos casos no enriqueciendo su capacidad de acción, sino disminuyendo el número de “entradas” posibles. (38).

Cuando esto pasa el sistema divide al universo en una parte “organizada” integrada al sistema y otra desorganizada. Así, una sociedad divide a sus miembros en integrados (desde el punto de vista económico, de decisiones, de información) y marginales.

Una estructura psicológica defensiva divide los recuerdos y percepciones en conscientes y subconscientes, un paradigma científico divide los problemas en abordables y excluidos, una organización divide a las personas en las que están “in” y las que están “out”.

Así la estructura selectiva es no sólo un mecanismo de resolver problemas sino un mecanismo de producir bajas locales de entropía a costa de subirla entre elementos análogos a los componentes de la estructura. Es decir hay aumento de entropía en un sistema de jerarquía igual a la del sistema que la baja.

La evolución de esta situación es una fuente de inestabilidad de un orden superior a la simple deriva de variables críticas. La crisis como hemos visto comienza cuando los elementos excluidos llegan a ser importantes por su número y naturaleza y comienzan a articularse en un contra-sistema. Ya hemos discutido como se produce la situación de crisis revolucionaria y la formación de la nueva estructura.

En esta nueva estructura el principio de selección y baja relativa de entropía comienza a actuar nuevamente hasta la próxima revolución.

12. Ejemplos de Proceso del cambio estructural.

En lo que sigue damos algunos ejemplos de cambios estructura les estudiados por especialistas de diversos campos Se puede ver como estas descripciones coinciden en sus líneas generales con el esquema expuesto en los párrafos anteriores.

1. Cambios en las teorías científicas.

Este es uno de los procesos de cambio estructural que está mejor documentado gracias al notable trabajo de Kuhn (30).

El sistema de que tratamos está formado esencialmente por la comunidad científica y sus teorías, conceptos del mundo y aparataje de investigación. No se tiene en cuenta el trasfondo socioeconómico en que se mueve este sistema aunque en los casos de crisis se reconoce su influencia (*). Precisamente una característica notable es que el sistema cambia de estructura en gran medida por una dialéctica interna y salvo casos aislados es poco notable la correlación detallada entre las revoluciones científicas y las socioeconómicas.

Hacemos notar que Kuhn no trata de justificar el método científico ni decir como debiera proceder el científico ideal, sino describir, a partir de un análisis histórico la forma en que se comporta la comunidad científica.

En los períodos en que no hay crisis en las teorías científicas se tiene la “ciencia normal”. A los nuevos miembros de la comunidad científica se les enseñan los principios y métodos de las ciencias como si fueran verdades bien establecidas y se ilustran esos principios con ejemplos que los confirman. En cada rama de una ciencia hay un conjunto de esos principios que Kuhn denomina “paradigmas”.

Cuando el científico comienza a trabajar su tarea es encontrar y solucionar “enigmas”. Un enigma es un hecho empírico o teórico que no parece deducirse obviamente del paradigma. El trabajo científico es demostrar que el enigma es explicable por (o sea que es una consecuencia de) el paradigma. Cuanto menos obvia sea esta deducción y menos alteraciones haya que hacer al paradigma, más meritorio es el trabajo. A veces el paradigma debe ser levemente modificado, casi siempre por la adición de nuevas hipótesis que no alteran la estructura básica original. La evolución de la “ciencia normal” consiste en la ampliación del campo de aplicación y en la articulación cada vez más sofisticado del paradigma que es capaz de resolver más y más enigmas.

Pero el paradigma no es sólo un aparato de buscar y resolver enigmas. La búsqueda tiene hasta cierto punto un carácter selectivo. En forma más o menos consciente los científicos seleccionan aquellos enigmas que aparecen como candidatos a ser resueltos por el paradigma vigente. Una gran cantidad de enigmas son excluidos del campo de atención de los investigadores. A veces se da algún tipo de explicación: se considera que el problema es poco importante desde el punto de vista científico (aunque lo sea desde el punto de vista práctico o tecnológico) o que es demasiado complejo para la articulación actual del paradigma, Pero nadie opina que el paradigma es inválido porque no pueda explicar tal o cual enigma particular.

(*) En otro nivel de cambio más sustancial las causas socioeconómicas pueden ser determinantes como por ejemplo en el actual estancamiento de las ciencias físicas debidas tal vez al proceso de fragmentación señalados por ciertos autores (38) o quizás también la eliminación de los científicos marginales debido a una ciencia subvencionada y organizada.

Los problemas surgen cuando una consecuencia directa del paradigma es francamente descartada por la observación empírica. Si dicha consecuencia se refiere a un enigma juzgado "pertinente" por el paradigma vigente la situación es grave. El enigma se ha transformado en "anomalía". Sin embargo, el paradigma no es abandonado pues es la única guía que permite continuar con el trabajo científico. Así se registra la persistencia de la teoría geocéntrica de Ptolomeo, la teoría del flogisto o la teoría clásica ondulatoria de la luz, aún después que observaciones muy claras daban resultados absolutamente inexplicables y aún contradictorios con el paradigma.

Cuando las contradicciones son muy fuertes la actividad de muchos científicos se concentra alrededor de los enigmas responsables de la crisis. Pero se observa que no son la mayoría ni están todos a la espera de un nuevo paradigma sino que casi todos se esfuerzan en analizar mejor los enigmas recalcitrantes para tratar de reducirlos al viejo Paradigma. Las excepciones son muchas veces científicos jóvenes o procedentes de áreas limítrofes o lejanas a la ciencia que está en crisis. Dalton era fundamentalmente meteorólogo (aparte de ser poco "sociable" con la comunidad científica) Víctor Meyer médico, el conde de Rumford administrador militar y Einstein tenía veinticinco años cuando hicieron sus aportes revolucionarios a la química y la física.

Puede verse que en los intentos de articulación del nuevo sistema no sólo los enigmas o anomalías son marginales sino que muchas veces también lo son los que exploran las nuevas áreas.

Esta concentración de actividad lleva en general al descubrimiento de nuevas anomalías pues se está explorando el área de fenómenos en los cuales el paradigma funciona mal. La concentración de los trabajos de física a fin de siglo pasado y comienzos del actual en el área de emisión y absorción de la energía radiante es un ejemplo de esta actividad. Era en esa área donde la teoría clásica predijo una ley para la radiación del cuerpo negro en función de la longitud de onda (ley de Raleigh Jeans) que estaba en total desacuerdo con la evidencia empírica (39).

Pero en general hay una resistencia enorme a reconocer el estado de crisis y explorar el área crítica. Esta exploración sólo se hace en medida significativa cuando hay un paradigma alternativo.

Es interesante tratar de ver como surge este nuevo paradigma. La materia prima se ha venido preparando. Hay problemas sin resolver. Hay científicos heterodoxos por su generación o formación.

Más aún, se van creando versiones anómalas del viejo paradigma (el átomo de Bohr por ejemplo es una deformación monstruosa de los "osciladores" de la teoría clásica de la emisión de radiación). Se van creando teorías ad-hoc para explicar las anomalías. Se empiezan a reconocer conexiones entre las anomalías. Antes del surgimiento del nuevo paradigma hay un trabajo previo de articulación de todo este material. A este respecto es reveladora la

declaración de Einstein sobre sus especulaciones anteriores a sus trabajos de teoría cuántica. ...”antes de que dispusiera de un sustituto para la mecánica clásica podía ver la interrelación existente entre las anomalías conocidas de la radiación de un cuerpo negro, el efecto fotoeléctrico y los calores específicos”. (40) Estos tres fenómenos no podían explicarse en sus aspectos cuantitativos por medio de la teoría clásica de la radiación, ésta da resultados absolutamente discordantes con la observación. Basta suponer que la emisión propagación y absorción de la radiación se hace en “quanta” o fragmentos de energía para que las anomalías se transformen en corolarios evidentes de la nueva teoría.

Cuando surge el nuevo paradigma la crisis está planteada. Los miembros de la comunidad científica deben pronunciarse por el nuevo o el viejo paradigma. Como observa Kuhn esta elección se hace en base a causas no deducibles de principios científicos, La generación, nacionalidad, ideas filosóficas y hasta religiosas de los científicos tienen peso en esta circunstancia, El paradigma, que era el conjunto de ideas, métodos y normas para dirimir cuestiones entre los científicos es precisamente lo que está en tela de juicio. Como el conjunto de problemas que resuelve cada paradigma no es exactamente el mismo la discusión adquiere la forma de “cual problema es más importante”. Otra discusión menos abierta pero más profunda es sobre cual de los paradigmas ofrece más oportunidades para la práctica científica. En esto el nuevo paradigma es incuestionablemente superior pues aparte de los nuevos enigmas que el anterior no podía explicar ofrece la interesante perspectiva de reinterpretar los enigmas ya explicados por el viejo. No es raro que el nuevo paradigma se haga atractivo a los científicos jóvenes o recién llegados a la disciplina científica que deben luchar institucionalmente con la jerarquía de personal científico ya establecido en las instituciones de investigación.

Otra característica de los períodos de crisis es la discusión sobre el método. Los fundamentos del método científico son poco discutidos en las ciencias naturales (*) en los períodos de ciencia normal. En los períodos de crisis se reabre la discusión pues cuando hay paradigmas opuestos hay muchas veces oposición sobre los métodos y normas utilizados y esta discusión se propaga a niveles superiores de la metodología. Un ejemplo es como al surgir la mecánica cuántica con el principio de incertidumbre muchos científicos se enredaron en discusiones filosóficas sobre el cuestionamiento de las ideas de causalidad y aún sobre la cognoscibilidad del universo (41).

Cuando por fin el nuevo paradigma se impone está por lo general bastante modificado y se abre ante él la tarea de reinterpretar una enorme masa de hechos empíricos, muchos de los cuales el viejo paradigma interpretaba perfecta mente. A veces se abandona provisoriamente la explicación de hechos importantes, Antes de la mecánica ondulatorio la difracción era inexplicable para la primitiva teoría de los cuantos. La teoría copernicana con su veloz movimiento de la tierra se exponía a paradojas mecánicas que Galileo aclaró varias décadas más tarde.

El paradigma nuevo debe sufrir todavía una serie de articulaciones y cambios estructurales periféricos para llegar a ser la base del nuevo período de ciencia normal. Cuando está suficientemente articulado se vuelve a tomar como “verdad establecida”. Sus orígenes, así como el paradigma anterior, se borran de los textos y cursos científicos y pasan a ser objeto de los estudios de historia de la ciencia, tan poco apreciados por los científicos “productivos”.

(*) Lo contrario ocurre en ciencias sociales, tal vez porque debido a razones exógenas (antagonismos socioeconómicos) estas ciencias están en crisis permanente. Sí esta es la causa es utópico esperar que mientras la sociedad sea antagónica los científicos sociales puedan lograr un paradigma común.

Un hecho importante es que los “hechos”, la realidad objetiva que es presumiblemente la materia prima de la ciencia, cambian cuando el paradigma ha cambiado. Al estar ensamblados de una forma diferente en el sistema sus propiedades aparecen como diferentes.

Otro aspecto interesante del proceso es su condicionamiento histórico. A pesar de que las teorías científicas deben explicar una “realidad” independiente del proceso cognitivo, del esquema anterior se deduce que la dependencia es bastante fuerte. Condiciones sociales generales, ideología, intereses económicos, organización social de la investigación, influyen en dos sentidos: o bien orientan en la elección de problemas dentro de la gama permitido por el paradigma o bien son decisivas en la articulación del nuevo, tanto en su forma como en sus posibilidades históricas de desarrollo y afianzamiento. Circunstancias socioeconómicas diferentes hubieran llevado a enigmas diferentes, anomalías diferentes y revoluciones diferentes. La ciencia que tenemos es “una” de las ciencias posibles. Aunque no debe exagerarse esta posición hasta pensar que la estructura de la ciencia debe explicarse únicamente en base a las condiciones sociales, vale la pena insistir en este punto, Hasta ahora, salvo caso extremos como Spengler (42) la exageración ha sido en sentido contrario suponiéndose que la “forma” de las ciencias naturales está condicionada totalmente por su referente objetivo.

2. El cambio Psicológico.

La formación de la neurosis básica y su desarticulación mediante procesos de terapia son ejemplos muy significativos de cambios estructurales. La teoría de como suceden estos cambios no es objeto de acuerdo general entre los especialistas, pero algunos autores como Janov (43) han desarrollado interesantes hipótesis reportando una gran cantidad de observaciones de casos en apoyo de las mismas. Seguiremos en líneas generales su modelo del proceso aunque aspectos importantes del mismo ya habían sido desarrollados por psicólogos anteriores (44-45).

La articulación de la neurosis básica se forma en los primeros años de la vida del individuo en los cuales su funcionamiento como “mecanismo de resolver problemas” no puede ser autónomo. El lento desarrollo del cuerpo y del sistema nervioso en especial el proceso de mielinización de las fibras nerviosas hacen al niño dependiente de sus padres. El sistema padre-niño que debe resolver los complejos problemas del desarrollo presenta en nuestra sociedad graves fallas que no entraremos a discutir en detalle. Nos bastará mencionar la falta de adaptación del medio físico del hogar a las posibilidades físicas y mentales del niño, la ausencia más o menos obligatoria de los padres durante periodos de tiempo largos, la perturbación introducida por los hermanos, por los conflictos entre los padres, su enfermedad o muerte, el carácter traumático de muchas normas y limitaciones sociales que los padres deben imponer al niño y por último, aunque no menos importante, las neurosis y desequilibrios de los padres, cuando no sus “teorías sobre la educación infantil. Todas estas circunstancias hacen que las necesidades del niño puedan no ser satisfechas, Estas necesidades abarcan una variada gama de funciones alimentación limpieza, grado apropiado de estímulos, contacto físico, libertad en la expresión emocional, respeto al ritmo propio de desarrollo. (46)

Cuando algunas de las necesidades no satisfacen se produce una reacción dolorosa que busca sus vías naturales de salida en la acción y la expresión del dolor, Pero la vía de la acción no siempre es posible por la falta de desarrollo y autonomía del niño y la expresión emocional en vez de incitar la acción apropiada de los padres es ignorada o reprimida.

En nuestros términos: el problema queda sin resolver y el desarrollo que sería producido por la solución adecuada, es sustituido por un intento de “supresión” del problema. El cuerpo del niño trata de suprimir la sensación dolorosa mediante procesos nerviosos de inhibición (olvido del episodio, insensibilización física). Pero, como observa Janov y, como demuestran numerosas observaciones neurológicas (47) el dolor no sentido queda, de todos modos registrado en el sistema, Como todo registro neurológico queda probablemente en la forma de circuitos neuronales cerrados reverberantes (48). Sólo que estos circuitos, quedan desconectados de las áreas en que se manifiestan la sensación y el pensamiento conscientes. Toda asociación posible es inhibida por el dolor que provoca la evocación,

Casriel (49) llama a este proceso “encapsulamiento” de las emociones.

La articulación de todos estos mecanismos represivos aislados en un sistema neurótico de represión se produce cuando su número ha crecido suficientemente y el proceso de mielinización ha hecho posible una integración mas completa de las diversas áreas del sistema nervioso. A veces un episodio mas o menos traumático es la causa esencial o desencadenante del proceso de articulación.

Hay que tener en cuenta que la intensidad posible del dolor es desmesurada en el niño debido a su extrema situación de dependencia y su incapacidad de ver las verdaderas dimensiones del problema que lo afecta. Muchos episodios que en la mente de sus padres carecen de importancia en la percepción fragmentaria del niño pueden provocar la sensación de un peligro mortal.

Es de observar el carácter particular e históricamente condicionado de la forma que adquiere esta neurosis básica. Cada individuo tiene “su” neurosis a pesar de que todas provienen de causas generales similares.

Janov llama a esta articulación el “yo” irreal., Se corresponde en parte con el concepto de “yo” y “super-yo” de los psicoanalistas clásicos.

La situación puede expresarse en forma general diciendo que el ser consciente y actuante está desconectado de sus emociones. En forma más concreta puede decirse que se han formado mecanismos neuronales bien articulados que inhiben un conjunto importante de recuerdos (los dolorosos y sus asociados). Además estos mecanismos impiden la conscientización de las propias emociones y filtran las percepciones sensoriales que podrían hacer aflorar el dolor a la consciencia. Una evidencia notable de la existencia de estas barreras y de la persistencia de los “problemas o contradicciones” encapsuladas es la perforación circunstancial que en el sistema defensivo pueden hacer las drogas psicodélicas (50) la hipnosis y la excitación eléctrica de ciertas áreas de asociación de la corteza cerebral (51).

La persistencia subconsciente de las emociones desconectadas es una fuente de perturbaciones en el comportamiento fisiológico y psicológico del individuo. Como hemos señalado en

general al respecto de los problemas marginados la conexión con el resto del sistema no puede cortarse totalmente. Las conexiones de los centros emocionales del hipotálamo con la hipófisis y por tanto con todo el sistema endocrino pueden producir alteraciones fisiológicas de todo tipo inclusive en el desarrollo físico. Como el proceso de inhibición es un proceso activo que implica la acción permanente de sistemas de neuronas inhibitoras (la palabra “desconexión” es tal vez engañosa) debe ser mantenido con un estado de excitación general. El individuo está tenso, Hay tensión muscular, temperatura elevada, pulso acelerado presión sanguínea alta. Puede también estar apático cuando los procesos inhibitorios se generalizan. La tensión psicológica se revela por una infinidad de síntomas que van desde simples fobias o caprichos aislados hasta articuladas ideologías aberrantes.

No entraremos en una enumeración detallada de síntomas psíquicos y somáticos que se presentan en estas condiciones. Como en tantos casos de articulación de estructuras están históricamente condicionados y su variedad es infinita. También es grande la variedad de recursos para aliviar o descargar la tensión: tranquilizantes, alcohol, juegos neuróticos de situación (52), confesiones, drogas agresividad, sobrealimentación, sobretrabajo, deportes violentos ambición de fama o poder y toda una serie de actitudes mejor o peor consideradas según engranen mejor o peor en el sistema social patológico en que se mueve el individuo.

El sistema neurótico continúa desarrollándose y tratando de resolver los problemas que se van presentando en la vida del individuo. Pero es evidente que la capacidad de crecimiento, la flexibilidad para reorganizarse y hacer frente a las nuevas situaciones está muy disminuida por la rigidez y la tensión. Hay una serie de problemas tabú que el individuo no puede abordar desde problemas efectivos o sexuales hasta simples situaciones de afrontar pequeñas responsabilidades. Aparte de esto los síntomas neuróticos crean una serie de conflictos y dificultades. La situación del neurótico se mueve, como la de todo sistema que rechaza problemas en una serie de callejones sin salida que terminan por hacer su evolución imposible. Puede ser que la enfermedad del neurótico coincida con la social. Por ejemplo una personalidad autoritaria puede encontrar un lugar adecuado en una sociedad brutalmente jerarquizado. Una persona absolutamente desconectada de toda sensibilidad puede ser un intelectual altamente especializado o un torturador. En todos estos casos, para insistir en el lenguaje de la teoría de control la estabilidad se logra disminuyendo la variedad de las situaciones y del comportamiento.

Pero también puede ocurrir que no se logre esta situación protegida y el sistema salta un colapso: las psicosis, el suicidio, la criminalidad, la adicción aguda a toda clase de drogas son ejemplo de la disolución total o parcial del sistema.

Las terapias que buscan la desarticulación del sistema neurótico se originan con Freud. Aquí nos referiremos a las terapias emocionales de Janov (53) y Casriel (49).

Este tipo de terapia en vez de ayudar al individuo en su propósito de aliviar el dolor y sobrellevar las contradicciones busca una forma de sacarlas a luz, articularlas y llegar a su raíz. Las técnicas utilizadas son varias pero en casi todas se trata de incitar al individuo a sumergirse en sus experiencias más dolorosas, revivir y re-conectar los recuerdos largo tiempo sepultados y expresar plenamente todas sus emociones de dolor, odio y temor. La expresión emocional es necesaria pues hace que el organismo retome su manera normal de reaccionar, manera que fue reprimida por inútil o peligrosa en el episodio pasado. Ahora aunque se reviva

la sensación angustiosa de aquella experiencia el yo maduro sabe que no hay ningún peligro grave.

Las defensas aparecen así algo inútil. Al sistema del “yo irreal” (organización de mecanismos defensivos y de insensibilización) se le opone el “yo real” una organización a medio desarrollar de necesidades, sensibilidad y expresividad emotiva. El proceso de terapia adquiere un carácter agudo de “lucha con uno mismo”. En el curso de este proceso los elementos de la personalidad son analizados transformados y articulados en una nueva personalidad. Esta nueva personalidad es la de un individuo con escasos mecanismos defensivos. Por esa razón su “radio de acción” aumenta. Según los informes de los propios pacientes la tensión desaparece y aumenta la posibilidad de manejar situaciones que antes producían angustia. Esto implica en general la desaparición de una serie de síntomas psíquicos y somáticos.

En los términos de dinámica estructural que hemos venido utilizando el proceso de terapia consiste en incorporar los elementos excluidos y promover su articulación natural lo cual lleva a la lucha contra la estructura vigente y la formación del nuevo yo.

3. El proceso del diseño.

No conozco una investigación exhaustiva sobre el pensamiento creativo. Hay importantes trabajos que tratan de describir el proceso (54-55) o tratan de dar reglas para provocarlo (56-58). Con todo es evidente que se trata de un proceso de formación y cambio de estructuras.

Vamos a restringirnos al problema del diseño, es decir la creación de una forma que cumpla una función dada.

¿De qué parte el diseñador?. Se ha dicho que su punto de partida es “la función” es decir las relaciones del sistema a diseñar con el resto del universo, La idea de esta posición es que la función determina la forma del diseño. Así está dicho explícitamente por los arquitectos de la escuela orgánica (18). Citan en su apoyo analogías biológicas. Sin embargo, cualquiera que haya trabajado en inventar diseños sabe que no se puede crear un diseño a partir de los requerimientos que deberá cumplir el sistema una vez creado. El ingenioso esfuerzo de Alexander (19) en este sentido no ha rendido los resultados que se esperaban de él.

La “función” especifica sólo una parte (a veces ínfima) de las relaciones externas de los elementos del sistema y es imposible que determinen una forma.

¿Cómo vemos el proceso del diseño? El diseñador parte siempre -explícita o implícitamente- de un diseño anterior, tal como una forma orgánica ante una nueva situación debe construir con lo que ya tiene hecho.

Si se desea diseñar un teatro o una lámpara parte de los diseños ya hechos. La función que deben llenar los sistemas a diseñar es diferente que las de los diseñados antes (si no la mera copia sería suficiente). El teatro debe tener un tamaño o un costo determinado, la lámpara debe poder soportar vibraciones o lluvias o alta temperatura.

El diseñador somete este diseño primitivo al proceso de resolver problemas. Simula las diferentes situaciones que recargan peligrosamente el sistema y los cambios destructivos originados por ellas en la estructura diseñada.

Trata de compensarlos por cambios estructurales periféricos. Estos cambios exigen otras variaciones estructurales compensatorias en otras partes del diseño original.

El diseño puede así acumular una serie de “contradicciones” puntos débiles, dificultades, restricciones que pueden expresarse en limitaciones generales de funcionamiento (decir por ejemplo que la lámpara sólo puede funcionar con bombillos incandescentes o que el teatro exigirá un sistema de parlantes muy complicado para compensar deficiencias en la acústica.

Si estas limitaciones, ya sean algunas restricciones grandes o una acumulación de pequeñas dificultades resultan intolerables, el sistema está en crisis.

Después de todos los intentos de remendar y salvar la estructura básica, el diseñador, puede decidirse a aceptar la situación de crisis y centrar su atención en las dificultades, reconocerlas, unir las y ver toda su profundidad en lugar de evitarla, separarlas y minimizarlas. Es decir comienza a trabajar críticamente contra su diseño original. Todo creador conoce la angustia de este proceso.

En esta situación puede aparecer la nueva alternativa. Para que esto suceda es importante como la señala De Bono (59):

- Ser capaz de dar pasos en falso, es decir de hallar estructuras transitorias, defectuosas que solucionen los problemas que produjeron la crisis aunque no soluciones otros resueltos por la estructura original. Confiar en la dialéctica (Propagación del cambio estructural) de estas soluciones imperfectas.
- Hallar las “limitaciones implícitas” del diseño original: suposiciones ocultas, ideas dominantes, en una palabra “las contradicciones básicas” cuya solución exige un cambio de toda la estructura. Tratar de liberarse de ellas poniéndolas en tela de juicio.
- Usar las técnicas más conocidas para provocar el cambio estructural que se expondrán más adelante (desagregación, y recomposición variaciones al azar, analogías insólitas, etc).

El proceso puede resultar en una nueva estructura que resuelve en parte los problemas que produjeron la crisis y, por cambios periféricos de esta estructura llegar a una solución satisfactoria de todos los problemas.

En el proceso descrito se distinguen los pasos ya discutidos de la evolución estructural, nuevos problemas, cambios peligrosos, reajustes periféricos, acumulación de contradicciones, articulación de éstas, surgimiento de la nueva alternativa, lucha y transformación de ambas, imposición y evolución posterior de la nueva.

4. El cambio en la estructura social

En este tema la diversidad de teorías y de matices diferentes de las mismas teorías es desconcertante. Esto se debe probablemente a que el sistema social está en crisis y las ideas

sobre él son herramientas en los esfuerzos por reproducir la estructura actual o articular una nueva.

No creo posible “salirse” de la situación pues aún suponiendo que uno se pusiera en la situación más “científica y objetiva” posible ateniéndose sólo a las afirmaciones más seguras, su actitud no dejaría de tener un carácter partidista dentro del conflicto social, estar atacando y será atacado por grupos individuos o partidos.

La estructura social consiste en una compleja red de relaciones entre los seres humanos que se ha formado a partir de la necesidad básica de trabajar en común para subsistir.

La estructura preexistente era la organización familiar y grupal de los antropoides en la cual se fue desarrollando el uso de herramientas, la transmisión social de las habilidades, la división del trabajo y sus consecuencias, el reparto desigual de los bienes del trabajo, la división de la sociedad en clases, la distribución desigual del poder, la formación de aparatos represivos y el conflicto social crónico en su sentido más amplio (desde la prisión y el robo hasta la revolución y la guerra).

Toda esta evolución es una sucesión de cambios estructurales y creo que la contradicción básica esta en, por una parte, la casi igualdad potencial de los seres humanos es decir su posibilidad de realizar (con leves diferencias) cualquier función dentro de la sociedad y de poder gozar de todos los beneficios que genera la actividad humana y por otra parte la enorme diferencia en la distribución actual de las tareas y de los beneficios por ellas producidas. Las diversas organizaciones sociales de la historia se han ido estructurando por el esfuerzo de distintos grupos con el objeto de mantener su posición privilegiada o sustituir a los privilegiados en este reparto desigual.

En general un sistema social constante en una estructura básica formada por recursos naturales, recursos técnicos materiales acumulados, conocimientos y habilidades diversas de un conjunto de individuos. Estos realizan la producción de bienes de todo tipo (materiales y espirituales). Lo importante para comprender la estructura son por un lado las relaciones entre los individuos, entre ellos y con los recursos y habilidades en este proceso productivo, esta relación es una herencia histórica y, en general la distribución es desigual y las relaciones son de dominio y subordinación. Por otra parte existe un aparato social, formado por individuos e ideas estructuradas en instituciones encargadas de mantener y reproducir aquellas relaciones no obstante los cambios cuantitativos en el proceso productivo, los cambios generacionales, las interacciones externas (provenientes de otras sociedades, de la alteración del medio físico o biológico etc.) y las tensiones sociales internas.

El sistema está pues abocado en todo momento a resolver una serie de problemas ante incitaciones internas y externas. Si las situaciones son de rutina bastan los mecanismos usuales: educación familiar y estatal, aparato ideológico, represión de toda clase (social, grupal, policial, militar, religiosa, dependiendo del tipo de sociedad). Si la situación es más grave se acude a cambios estructurales periféricos en el sistema: destrucción, creación o readaptación de instituciones e ideologías

Esto exige re-articulaciones en otras partes del sistema y, a veces articulación de varios aparatos defensivos en un sistema rígido, autoritario y excluyente.

Las situaciones críticas se originan usualmente por una articulación de todas las contradicciones internas originadas en las relaciones de despojo (mala distribución de los productos sociales) y de autoridad (mala distribución del poder).

Esta articulación se desarrolla cuando ciertos grupos sociales, en general los más despojados, subordinados y excluidos van construyendo una crítica de la situación reuniendo todos los problemas y contradicciones en un sistema que es al mismo tiempo una crítica a la sociedad vigente, una proposición alternativa de organización social y una guía para la lucha por el cambio.

Tal sistema es la ideología revolucionaria que puede adoptar formas históricas muy diversas pero en todas hallamos los tres elementos anteriores.

Una vez se articula esta ideología, el dilema de todo individuo o grupo es adoptarla o rechazarla. Los problemas que la sociedad vigente no soluciona pasan a ser los más importantes y alrededor de ellos se plantea la lucha. Se abre un período de crisis y revoluciones en que todo se cuestiona, se imaginan nuevas organizaciones sociales híbridas y transitorias, se descubren nuevas potencialidades de los individuos y los grupos y ocurren cambios estructurales importantes.

Cuando termina este proceso se tiene una sociedad con nuevas relaciones de producción, distribución y poder. En general esta sociedad soluciona muchos de los problemas que la anterior no resolvía aunque puede dejar otros subsistentes y abandonar otros que la anterior solucionaba. Por lo general la nueva estructura abre muchas más posibilidades de desarrollo que los anteriores mecanismos de control tenían obstruidas.

13. La Estrategia del Cambio Estructural.

El cambio estructural se presenta como sumamente concreto y específico. Como hemos visto la propagación del cambio y la rearticulación del sistema dependen de características “nuevas” (no advertidas previamente) de los elementos del sistema anterior.

Esto produce la impresión de que el proceso de cambio estructural es extremadamente dependiente de particularidades únicas e impredecibles de los elementos y subsistemas.

Sin embargo la práctica humana ha desarrollado ya una colección de métodos que necesitaran un análisis sistemático para generalizarse en reglas y principios para lograr el cambio estructural.

Sin pretender hacer ese análisis trataremos de enunciar algunas reglas que han dado resultado en diversas áreas.

1. Conocimiento de los elementos. De lo expuesto se deduce que puede ser de gran utilidad el conocimiento detallado de los elementos del sistema, sobre todo de aquellas propiedades de los elementos que el sistema actual oculta o mantiene latentes. Eso da una idea de las nuevas posibilidades de articulación. No se puede elaborar una utopía social de cierto realismo sin un conocimiento profundo de las potencialidades de la naturaleza humana. Para lograr la integración económica de varios países es necesario un estudio detallado de sus estructuras económicas. La articulación de una nueva teoría científica exige un re-examen de los hechos básicos.

2. Elaboración teórica del nuevo sistema. Es fundamental tener cierta claridad de cual es la estructura objetivo. Si se exige mucho detalle esto es sumamente difícil pues las posibilidades de organización de los elementos son demasiadas y es difícil ver cuales son viables. Es muy frecuente en los cambios sociales que los revolucionarios desprecien la utopía, es decir la clarificación de los objetivos con la idea de que los objetivos se forman en la marcha. Sin embargo al proceder así muchas veces se transforman más bien en elementos del proceso de propagación del cambio que en artífices de la nueva organización social. Hasta cierto grado la elaboración de la utopía es factible y no se puede prescindir de ella (60).
3. Articulación de las contradicciones. Las dificultades y problemas sin resolver que hay en el sistema deben observarse cuidadosamente y buscar sus posibilidades de articulación. Al organizarse las contradicciones se refuerzan y agudizan las crisis. Véase que 1 y 2 constituyen el conocimiento teórico fundamental y 3 es la estrategia básica. En lo que se refiere al fundamento teórico véase la enorme diferencia con el enfoque del análisis de sistemas actual. Este pone el énfasis en analizar la estructura "tal cual es" y en representar los elementos por sus acciones y reacciones actuales" sobre el resto del sistema. Este es también el enfoque del funcionalismo. Los revolucionarios de todos los tiempos han insistido, en contraposición con esto, en las potencialidades de los elementos que el viejo sistema tiene reprimidas y en la "utopía" o sea en las nuevas posibilidades de reorganización de los elementos. (*)Sobre la estrategia general indicada en 3 pueden implementarse una serie de tácticas más o menos circunstanciales. A continuación enumeramos las más conocidas.
4. Ataques al sistema defensivo. Todo sistema que haya evitado sistemáticamente el cambio ha tenido que formar defensas que se articulan en un sistema defensivo. Este puede ser muy difícil de destruir si se lo ataca directamente apoyándose en unas pocas contradicciones. La táctica correcta consiste en centrar los esfuerzos en articular las contradicciones.
5. Disgregación y recombinación. En este proceso se trata de disgregar el sistema viejo para reunir sus elementos en otra forma y construir el sistema nuevo. El proceso puede a veces aparecer confuso o contradictorio. Por ejemplo después de contribuir a la disolución de un imperio colonial apoyándose en los nacionalismos de las diversas regiones las naciones recién formadas deben superar el nacionalismo buscando una integración económica que facilite su desarrollo.
6. Introducción de perturbaciones. El corte o establecimiento de ciertas relaciones (por ejemplo vías de comunicación) o la introducción o eliminación de ciertos elementos del sistema pueden desatar la propagación del cambio estructural. Pero, como casi siempre estas perturbaciones tienen carácter anárquico o bien no son capaces de mantener el cambio (el sistema se restaura) o bien no pueden dirigirlo adecuadamente. También puede ocurrir que las perturbaciones no lleguen a desatar cambios estructurales pero sean suficientes para facilitar la articulación y refuerzo de los mecanismos defensivos. Hay que recordar que cuanto más poderosos son los mecanismos defensivos más duro y destructivo es el proceso de cambio. En todo caso la introducción de perturbaciones debe ser una táctica subordinada a la estrategia general de articulación de las contradicciones.
7. Aprovechamiento de las crisis. Cuando un sistema está en crisis (problemas internos graves que no puede resolver en ese momento) es la oportunidad adecuada para aplicar las diversas tácticas de cambio estructural sin esperar a la organización de nuevos mecanismos defensivos.

(*) Es muy útil para elaborar alternativas, el estudio histórico y la especulación de las historias posibles, reconociendo las "elecciones" realizadas por la evolución del sistema en cada encrucijada y considerando las alternativas no elegidas.

8. Destrucción de las reservas. Todo sistema con estabilidad estructural tiene reservas (elementos no usados) que permiten los procesos de reconstrucción. La destrucción de esas reservas debilita la estabilidad y hace, en principio más fácil el cambio. Sin embargo no hay que olvidar que no se desea disgregar el sistema sino reestructurarse y esas reservas pueden ser indispensables en el momento de reconstruir el sistema nuevo.
9. Construcción simultánea del nuevo sistema. Muchas veces es posible comenzar la construcción del nuevo sistema antes de que el viejo esté destruido. Esto tiene la ventaja de que el nuevo sistema propuesto deja de ser una alternativa utópica y pasa a ser un ejemplo vivo y concreto. Por otra parte la incapacidad momentánea del nuevo sistema para resolver todos los problemas resulta más evidente.
10. Modificación de la función. La función de un sistema viene especificada por sus entradas y salidas. En algunos casos modificando las entradas cambia la estructura del sistema. Para que esto sea posible el sistema debe tener algún mecanismo que varíe las respuestas (salidas) ante un mismo estímulo (entradas) y detecte como entrada una consecuencia de la respuesta. Las variaciones de salidas ante las mismas entradas suponen algún tipo de cambio de estructura interna o cuando las consecuencias de estas salidas reaccionan a su vez manteniendo la estructura del sistema el cambio de estructura queda fijado.

La selección natural es un mecanismo espontáneo de esta clase y su resultado son los cambios estructurales de las especies. Con todo debe notarse que en este procedimiento se pierde el control de como se articula la estructura interna. La psiquiatría del comportamiento (62) es un ejemplo de este procedimiento aplicado al ser humano. Se la ha criticado observando que el individuo "adaptado", es decir cuyas salidas están en armonía con el medio, puede tener graves tensiones internas que afloran al menor cambio de dicho medio.

14. Otros procesos de cambio estructural

Procesos de cambio estructural cuyo estudio detenido puede aportar mucho a la teoría del cambio de estructura pueden encontrarse en muchos campos.

Mencionaremos aquí los siguientes:

- El proceso de aprendizaje en los animales y el hombre, desde el punto de vista psicológico y neurológico.
- La evolución de las formas biológicas (evolución)
- La formación de moléculas complejas
- Las transformaciones de un sistema ecológico
- La evolución de los estilos artísticos
- El cambio en las organizaciones empresariales
- La dinámica de grupos pequeños
- El proceso de desarrollo de un organismo

Creemos que cada campo de estudio puede aportar nuevos elementos a la teoría general del cambio de estructuras.

15. La superación de las revoluciones estructurales.

No podríamos cerrar este ensayo sin discutir una pregunta que, después de todo lo que hemos dicho puede resultar paradójal:

¿ Son inevitables las revoluciones estructurales?.

Vimos que el tratar de evitar el cambio de las estructuras mediante mecanismos de defensa sólo puede llevar a que las revoluciones estructurales sean más catastróficas incluyendo hasta la disgregación total del sistema.

Pero la pregunta aquí tiene otro sentido:

¿ Es posible crear un sistema cuya estructura sea tan flexible que haga innecesarias las revoluciones?. Es decir lograr que cualquier contradicción que aparezca sea resuelta sin construir mecanismos generales de defensa que excluyan otros elementos y contradicciones cuya articulación posterior produce el contra-sistema y la revolución.

Creo que esto no sólo es teóricamente sino que muchos han pensado en estos problemas y han sugerido soluciones.

Tratemos de guiarnos mediante casos concretos. Tomemos el ejemplo de las revoluciones científicas antes citado (12.1) El argumento del positivismo es que, si la ciencia no hiciera hipótesis generales e imágenes del mundo que agregan a la experiencia lo que ésta no contiene, entonces no habría revoluciones en las teorías científicas. Simplemente porqué no habría teorías científicas. Esta solución, llevada a sus últimas consecuencias es inaceptable como lo observa Kuhn. El científico no puede existir sin hacerse una imagen del mundo extrapolada de la organización de la experiencia y es inevitable que tenga en ella cierto grado de confianza pues es la guía para la búsqueda de nuevas experiencias. De una posición positivista consecuente no sale nada. Por eso nadie la tiene en la práctica.

Otro problema es cuando el paradigma se convierte en una ver dad aceptada dogmáticamente, desconectada de su origen histórico y causante de la selección de los enigmas a resolver. Esto es lo que debería evitarse. La enseñanza de una rama de la ciencia debería incluir una discusión histórica crítica de los principios de la misma. A este respecto un libro como el de Mach (63) puede ser un modelo y los comentarios de Einstein al respecto revelan la fecundidad de aquel esfuerzo. Deberían señalarse siempre las otras alternativas de explicación de los fenómenos que fueron abandonados en el camino y señalar explícitamente todas las anomalías y dificultades del paradigma vigente. En vez de cultivarse tanto la habilidad del joven científico en aplicar ingeniosamente el paradigma vigente sería beneficioso dedicar algún esfuerzo a fomentar el pensamiento creativo (aún a riesgo de “redescubrir” como ejercicio resultados ya conocidos). En otras palabras en vez de preparar a los científicos para la “ciencia normal” también habría que capacitarlos para las “revoluciones”. Con esto se evitarían éstas con el correspondiente ahorro de energías en la producción científica. Para pensar lo costosa que puede ser una

revolución científica basta recordar la frase de Max Plank: “una nueva verdad científica no triunfa por medio del convencimiento de sus oponentes haciéndoles ver la luz, sino más bien porque sus oponentes llegan a morir y crece una nueva generación que se familiariza con ella” (67).

Esta nueva forma de encarar la enseñanza choca naturalmente con mucha de la pedagogía vigente y de sus profesores que hacen del conocimiento de los paradigmas heredados la base de su prestigio, respetabilidad y medio de vida.

En el campo de la psicología individual estas ideas coinciden con las características del “individuo normal” de Janov. Este es esencialmente un ser que “siente”. No arma barreras contra su sensibilidad ya sea que esto le produzca placer o desagrado. Acepta las experiencias de muy diverso tipo y reacciona en forma específica (no con mecanismos generales) ante las situaciones. Su estabilidad no está en la solidez de sus defensas sino en la naturalidad de su actividad vital y sus reacciones para manejar situaciones.

La extensión de estos principios al campo social es mucho más difícil y choca con intereses muy fuertes. Una sociedad sana debería ser abierta, aceptar la semejanza básica de todos los seres humanos en vez de ser un sistema amplificador de las diferencias naturales (en general insignificantes) y creador de barreras mediante las que mantiene excluidos a la mayoría de sus miembros de los centros de apropiación, decisión e información.

Utopías como la de Huxley (64) o planes como el de Varsavsky deberían ser desarrolladas y podría intentarse su implementación.

Los mecanismos básicos de creación de diferencias como la división del trabajo ya señalados por los primeros socialistas (65) y olvidados por sus seguidores deberían ser objeto de más atención. Debería verse hasta que grado es aceptable en nombre de la eficacia un sistema que probablemente hace inevitable el conflicto social, las revoluciones periódicas y las guerras con lo cual la eficacia queda eliminada.

En fin, es probable que la larga dolorosa y frustrante experiencia de los cambios revolucionarios, de la construcción y destrucción de estructuras más o menos rígidas sea indispensable y deba continuarse por mucho tiempo para que pueda aclararse el proceso de implementación y funcionamiento de la estructura completamente flexible.

Mérida 1975

BIBLIOGRAFIA

1. Ashby B. Introduction to Cybernetics. p. 40. Ed. John Wiley. New York, 1963.
2. Ashby R. Proyecto para un cerebro. p. 39. Ed. Tecnos S.A., Madrid, 1965.
3. Hegel J.F.G. Lógica. p.257. Ed. R. Aguilera. Madrid, 1973.
4. Bertalanffy L.V. General System Theory. Cap 3. Ed. Penguin Books, 1968.
5. Simon H.A. The Sciences of the artificial. Cap. IV. Ed. MIT, 1968 (Hay traducción castellana Ed. ATE. Barcelona, 1973).
6. Echenique M. Models: a discusión. Land Use and Build Form Studies. W. P. 6 1968 March Cambridge, 1968
7. Emshoff, Sisson. Design and use of Computer Simulación Models. p.11-13 Ed. Mac Millari. New York, 1970.
8. O. Varsavsky. Modelos Matemáticos y Experimentación Numérica. En América Latina, Modelos Matemáticos. Editado por O. Varsavsky y E. Calcagno. Editorial Universitaria. Santiago de Chile, 1971.
9. Levy Strauss C. Social Structure. p. 322 Antropology Today. Edit. SolTax. Chicago University Préss. Phoenix Books. Chicago, 1962.
10. Piget J. Le Structuralísme P. 7. Ed. Presses Universitaires de France. París, 1970.
11. Levy Strauss C. Antropología Estructural. p 40. Editorial Universitaria de Buenos Aires, 1968.
12. C. Domingo. The Methodology of Large Scale SocioPolitical Models. En C. Domingo, M. Sananes, F. Bonilla: Numerical Experiments with National Sistem Models. Institute of Political Studies. Stanford Universuty, 1971.
13. Emshof - Sisson. Desígn and Use of Computer simulation Models, Ed. Mac Míllan. New York, 1970.
14. Gordon, System Simulation. Ed. Prentice Hall. New York, 1969.
15. Toynbee A. Estudio de la Historia. Tomo IV. p.147. Ed. Emecé Editores S.A. Buenos Aires, 1955.
16. Hegel J.F.G. Ciencia de la Lógica, Tomo 1. p. 469-74. Ed. Hachette. Buenos Aires, 1956.
17. Ferdinand de Saussure. Curso de Lingüística General. p. 167. Ed. Losada. Buenos Aires, 1967.
18. Wright F.L. The Future of Architecture. p. 319. Mentor Books. New York, 1963.
19. Alexander. Notes on Synthesis of the Form. Harvard University Press, 1963.
20. Lucrecio Caro. De la Naturaleza de las Cosas.
21. Ehrlich P. Holm R. The Process of Evolution. Mc Graw Hill. New York, 1963.
22. Bertalanffy L.V. Robots Hombres y Mentés. p. 125-135. Ed. Guadarrama, Madrid, 1971.
23. Bergson. La Evolución Creadora.
24. Ashby. Obra citada en 2. p. 147.
25. Smith C.U.M. Biología Molecular. Enfoque Estructural. p. 404. Ed. Alianza, Editorial Madrid, 1971.

26. Obra citada en 4. p. 146.
27. Caianello E.R. Out lino of a Theory of Thought Processes and Thinking Machines, J. of Theoret. Biol. 1961, 2, p. 204.
28. Naguno J.I. Neural Note and Their Use in Simulation of the Brain.
29. Toynbee A. Estudio de la Historia. Tomo 2. Ed. Emocé. Editores S.A. Buenos Aires, 1956.
30. Kuhn T. La Estructura de las Revoluciones Científicas. Cap IV. Ed. Fondo de Cultura Económica, México 1971.
31. Ashby obra citada en I, Cap.11.
32. Heráclito. Fragmentos p. 215. En D. García Bacca. Fragmentos Filosóficos de los Pre-Socráticos. Universidad Central de Venezuela. Caracas.
33. Hegel. Obra citada en 3. p. 150.
34. Lenin V.I. Obras Completas T. 38 p. 358.
35. Afanasiev. Fundamentos de los Conocimientos Filosóficos. p. 111-113. Editora Política. La Habana, 1963.
36. Heráclito. Obra citada en 32. p.215.
37. Monod J. Le hasard et la nécessité. p. 46. Edition du Senil. París, 1970
38. Van Court Hare. Systems a Diagnostic Approach.
39. Feynman-Leighton-Sands. Lectures on Physics. p.41-3 - 41-8. Ed. Addison Wesley Publishing Co, 1963.
40. Einstein A. Autobiographical Note. En Albert Einstein Philosopher-Scientist. Ed. Schilpp, Evanston Ill, 1949.
41. Schrodinger E. Indeterminism and free will. Nature, vol. 138, 1936.
42. Spengler O. La decadencia de Occidente. Ed. Espasa Calpe. Madrid, 1948
43. Janov. The Primal Scream. Ed. Dell Publishing Co. New York, 1970.
44. Freud S. Esquema del Psicoanálisis. Ed. Paidós. Buenos Aires, 1973.
45. Horney K. La Personalidad Neurótica de Nuestro Tiempo. Ed. Paidós. Buenos Aires, 1968.
46. Janov A. The Feeling Child. Ed. Simon and Scuster. New York, 1973.
47. Melzack R, Casey K. The afective dimension of pain. En: Feelings and Emotions. Edi M. Arnold, Academic Press. New York, 1970.
48. Guyton A. Anatomía y Fisiología del Sistema Nervioso. p. 243. Ed. Nueva Editorial Interamericana, México, 1972.
49. Casriel D. A Scream Away from Happiness. Ed. Grosset & Dunlop Inc. New York, 1972.
50. Aaronson B. Osmond H. Psychedelics. p. 242. Anchor Books, Doubleday Co. New York, 1970.
51. Penfield W. Perot P. The brain record of auditory and visual experience. Brain, vol 86, p. 596-695, 1963.
52. Berne. Los Juegos en que Participamos. Ed. Diana. México, 1973.
53. Janov. The Primal Revolution. Simon and Schuter. New York, 1972.
54. Lindsay Norman. Human Information Processing. Cap. 14. Academic Press. New York, 1972.
55. Usher A. His tory of Mechanical Inventions, 1954.
56. Polya. How to solve it.
57. De Bono. Lateral Thinking. A texbook of Creativity. Ward Lock Educational. Londres, 1970.
58. De Bono. Los Mecanismos de la Mente. Ed. Monte Ávila. 1968.
59. De Bono. The use of lateral thinking. Pelican books, 1967.

60. Varsavsky O. Proyectos Nacionales. Ed. Periferia S.R.L. Buenos Aires, 1971.
61. Martinet G. El Marxismo de Nuestro Tiempo. p.89 Ed. Península. Barcelona, 1972.
62. Bandura A. Behavioristic Psycoterapy. Ed. Holt, Rine hart & Winston. New York, 1966.
63. Mach E. Desarrollo Histórico-Crítico de la Mecánica. Ed. Espasa Calpe. Buenos Aires, 1949.
64. Huxley A. La Isla
65. Marx C. La Ideología Alemana.
66. American Sociological Review XXV, 1960, p. 818-826.
67. Max Planck Scientific Autobiography and other papers. p. 33. New York, 1949.
68. C. Domingo. Análisis de Sistemas y Dinámica de Estructuras. Publicación ST-73-02. Universidad Central de Venezuela. Dpto. de Computación. Enero 1973.
69. C. Domingo. Notes on Structural Change en la obra citada en 12.- 1971.
70. C. Domingo. Notas sobre el Cambio Estructural. (Mimeografiado). Caracas, 1973.