

Pensamiento y método cibernético

(Su aplicación a la Educación y a las Ciencias Humanas)

por ANTONIO J. COLOM

0.- INTRODUCCION

L.V. Bertalanffy distinguió hace ya años¹ entre sistema cerrado y sistema abierto. La diferenciación estriba básicamente en la capacidad que algunos sistemas poseen de relacionarse con el medio, siendo estos los llamados Sistemas Abiertos. En una publicación posterior el mismo autor², si bien confirma su taxonomía, aglutina a su obra la clasificación mucho mas compleja que ya realizara en 1956 K Boulding³. Este autor distingue nueve tipos de sistemas atendiendo básicamente a su complejidad figurativa y funcional; de entre ellos, el expresado en tercer lugar, "Mecanismos de Autoregulación", es en el que la Cibernética centra su objeto de estudio. Podrá entonces afirmarse que existe un tipo de sistema cibernético en cuanto la Cibernética se nos presenta como "Teoría" que incide en el estudio de una clase determinada de Sistemas.

Existe toda una tradición en considerar a la Cibernética como el estudio de un sistema determinado, aunque por lo general el eje definidor de lo Cibernético se centra más en sus cualidades. Esta ambigua postura a la hora de delimitar la Cibernética ha conducido a la creación de una corriente de opinión que confunde y manipula las verdaderas connotaciones existentes entre la Cibernética y la Teoría de Sistemas. El origen de esta indeterminación se debe a que la Cibernética surgió antes que la Teoría de Sistemas y al ser su objeto eminentemente sistémico, (una totalidad, complejidad de elementos en relación... etc) muchos autores consideraron la Cibernética como la verdadera disciplina que estudiaba los Sistemas. Así

¹ BERTALANFFY, L.V. "General System Theory" en *General Systems*. - Vol. I. - 1956. pg. 1 a 10.

² BERTALANFFY, L.V.: *Theorie Generale des Systemes*.- Dunod. Paris 1973. Pg. 145 y S.

³ BOULDING, K: *General Systems Theory: The Skeleton of Science*.- Management Science, Abril 1956 Pgs. 197 a 208, espec. pgs 202 a 205.

lo que he llamado Teoría de Sistemas, sería una parte de la Cibernética que describiría los aspectos comunes y generales de los sistemas, los cuales formarían el verdadero objeto de estudio de la Cibernética. Así N. Moray opina que "la Cibernética es el estudio del funcionamiento de toda clase de Sistemass"⁴.

A ésta corriente de opinión hay que decir, que existe la evidencia histórica del nacimiento previo de la Cibernética y que incluso fueron los estudios cibernéticos, quienes posibilitaron y lograron madurar una verdadera Teoría de Sistemas. Sin embargo una vez sedimentada esta de manos de L.V. Bertalanffy, la Teoría de Sistemas englobó a la Cibernética considerándola como un caso particular de los sistemas denominados autoregulados. Otros autores mas cercanos a esta concepción, no comulgan totalmente con ella al discrepar del concepto "Cibernética" como estudio de determinados fenómenos sistémicos tales como la Comunicación y el control⁵. De hecho ambas posturas se hallan muy unidas puesto que la comunicación y el control adquieren importancia en un tipo específico de sistemas: los autoregulados.

Ahora bien, cualquier referencia a los Sistemas Abiertos subrayará la importancia que en ellos poseen el control y la Comunicación. ¿Quiere decirse entonces que los Sistemas Abiertos son Sistemas Cibernéticos?. No exactamente: L.V. Bertalanffy⁶ los diferencia con precisión, al mismo tiempo que considera los sistemas abiertos como noción puente en la que se evidencian las relaciones entre la Teoría de Sistemas y la Cibernética. Así dirá que lo específico de los sistemas abiertos es la interacción dinámica de sus componentes y sus relaciones con el medio; en cambio los sistemas Cibernéticos, centran su fenomenología sobre el ciclo de la Retroacción o Feed-Back. Esta diferenciación, como se verá mas adelante, es esencial puesto que todo modelo de retroacción supone un sistema cerrado en cuanto a la regulación de información.

Quizas haya sido W. Ross Ashby quien ha clarificado mejor y al mismo tiempo, las diferencias y semejanzas que existen entre la Cibernética y los Sistemas Abiertos al definir aquella, como "el estudio de los sistemas abiertos en cuanto a la energía y cerrados en cuanto a la información y al control"⁷. Es en este sentido cuando se afirma que la cibernética incide en el estudio de los sistemas autoregulados ya que el fenómeno de la autoregulación se refiere específicamente a la capacidad de autocontrol que poseen estos sistemas. De ahí que sean cerrados y autosuficientes en cuanto a la información y control, gracias a sus mecanismos retroactivos, sin que por ello dejen de ser abiertos en tanto poseen posibilidades de intercambio con el medio que les rodea.

⁴ MORAY, N.: "Cibernética". Edit. Herder. Barcelona 1967. Pág. 12.

⁵ MOUZELIS, N.P.: "Organización y Burocracia". Edit. Peninsula. Colec. Historia. Ciencia Sociedad, nº 98.- Barcelona 1973. Pg 142

⁶ BERTALANFFY, L.V.: "Theorie General des Systemes". Dunod. Paris 1973. Pgs 154-155

⁷ ROSS ASHBY, W: "Introducción a la Cibernética". Edit. Nueva Visión. B. Aires 1972 Pg. 15

Personalmente considero que las diferencias existentes entre un Sistema Cibernético y un Sistema Abierto, no se centran en las relaciones que poseen con el medio ya que ambos son abiertos en este sentido. Lo que distingue a estos sistemas entre sí, es el tipo de regulación que poseen. Así el Sistema Cibernético posee un circuito cerrado autoreglativo; en cambio los sistemas abiertos, pueden ser controlados o regulados desde el medio exterior o interiormente, a través de "patterns" de comportamiento poseyendo al mismo tiempo, un circuito abierto de información. Diré entonces que *en relación al medio* los sistemas pueden ser considerados:

Cerrados o Deterministas

Abiertos o Adaptativos-comportamentales

A su vez, este segundo tipo de sistemas incluye:

- Sistemas Cibernéticos o sistemas abiertos al medio con capacidad de autoregulación a través de un circuito cerrado de información (Retroacción)

- Sistemas propiamente abiertos o sistemas abiertos al medio con propiedades regulativas internas o externas a través empero de un circuito abierto (input-output) de información.

Esta capacidad que poseen los sistemas cibernéticos de autoregulación, hace que se traten de sistemas con capacidad comportamental o sea con posibilidades de funcionamiento. Ello implica que el estudio de este tipo de sistemas se interese obviamente por las transformaciones, no en un sentido interrogativo sino eminentemente descriptivo, mecanicista y funcional. Lo interesante de los Sistemas Cibernéticos no es tanto el "por que" de sus transformaciones cuanto el "como" de las mismas.⁸ Esta cualidad hace que los sistemas Cibernéticos se muestren eficaces a la hora de describir sistemas de gran complejidad.

Los mínimos componentes de un sistema de este tipo son según el parecer de Mouzelis⁹ los siguientes:

- Un detector o Censor que recibe información acerca del estado de las variables y los fines que se controlan.

El Gobernador o Selector que toma decisiones acerca del gobierno del sistema en base a la información recibida del censor y en función de su sistema de preferencias.

- Un elaborador de información que proporciona, clasifica y elabora datos (componente diferenciado del sistema, o sea, formando un Subsistema)

El Ejecutor que pone en práctica las decisiones u órdenes del Gobernador.

Con estos componentes un sistema Cibernético o superestable --tal como los llama H. Hatt¹⁰ -- posee las siguientes cualidades:

⁸ Véase en este sentido SAGASTUME, A: "La Cibernética: Fundamentos y Proyecciones" en "Revista de la Universidad", n.º 2. Octubre-Diciembre de 1957. Págs. 37 a 47 específ. págs. 38 y 39.

⁹ MOUZELIS.- Opusc. Cit. Pg. 142

¹⁰ HATT, H: "Cibernética e Imagen del Hombre". Edic. Martínez Roca. - Barcelona 1972 Pg. 151.

- Capacidad de dar cuenta de sus decisiones.
- Capacidad para tomar decisiones dentro de una estructura jerárquica
- Capacidad para distinguir lo que le conviene de lo que no.
- Medios para lograr lo que desea
- Capacidad para transformar su medio ambiente
- Capacidad de reconocer sus errores al obrar de forma impropcedente.

Como se ve un Sistema Cibernético tiene posibilidades de enfrentarse, con perfectas condiciones explicativas, al problema del Cambio. Por otra parte es, tal como ya se ha indicado, un sistema capaz de aprender, es decir con posibilidades de reordenar su estructura interna y de provocar nuevos comportamientos —siempre autoregulados— como exponente de su intención de adaptarse al medio cambiante. De ahí que estas cualidades típicas de sistemas existentes en la realidad, convenientemente extraídas y conformadas a nivel mental, puedan promulgarse como método de estudio de la realidad humano-social en cuanto consideremos que el mundo de lo sensible integra como uno de sus componentes y dentro de sí las posibilidades del cambio. En este sentido se puede decir tal como se verá próximamente, que la Cibernética pudiendo considerarse como un funcionalismo supera los paradigmas funcionalistas típicos de los desarrollos de las Ciencias Humanas acaecidos últimamente en Estados Unidos.

I.— AREA DE ESTUDIO DE LOS SISTEMAS CIBERNETICOS

1.1.—Breve análisis Bibliográfico para una historia de la Cibernética

A pesar de la que ya comienza a ser considerable bibliografía que trata de historiar la Cibernética y de la importancia intrínseca que el tema pueda tener, excuso tratar el tema, puesto que nos alejaría del objetivo anunciado. Además iniciar históricamente el tema de la Cibernética hoy en día, no puede justificarse máxime en ambientes especializados pues considero se ha superado ya —treinta años después de la aparición de la primera obra— el período de divulgación del tema. Si a todo ello se añade que una introducción histórica supone un ejercicio culturalista mas que una aportación al concepto de Cibernética, se comprenderá la preferencia en dar unas fuentes bibliográficas mas que una síntesis de las mismas.

De hecho la inmensa mayoría de obras sobre Cibernética¹¹ repiten la etimología de la palabra acuñada a partir del griego por N. Wiener, así como las investigaciones de índole militar que hicieron posible la aparición de la Cibernética.

Hay autores que hablan de Platón y Aristóteles al historiar la Cibernética¹². Otros encuentran su origen en Ramon Llull¹³. L.J. Delpech que ha dedicado una

¹¹ Véanse por ejemplo las obras citadas y que se citarán a lo largo de este trabajo

¹² URMENETA, F: *Los Cibernéticos y sus Orígenes* En *Folia Humanística* nº 91-92, Tomo VIII. - Julio-Agosto 1970. Pgs 613 a 650

¹³ DELPECH, L. J. "La Cybernetique et ses theoriciens". Edit Casteman, Collec. Mutations Orientations, nº 21. Tournai. (Belgique) 1972. 140 págs.

Vease además: IRAMOI & otros: *Introducción e Historia de la Cibernética*. - Edic Grijalbo, Colec. 70, Nº 38. México 1969.

obra a la realización de una síntesis histórica de la Cibernética, habla de cuatro etapas esenciales: la primera de ellas o prehistoria de la Cibernética se iniciaría con el sabio mallorquín y culminaría a través de Descartes y Leibnitz en pleno siglo XIX. Los precursores de la cibernética desarrollarían sus trabajos desde el Siglo XIX hasta finales de la década de los años treinta ya en el siglo actual. La tercera etapa, la integrarían los primeros cibernéticos, los mas importantes de los cuales —según el mismo Delpech— serían G. Walther, W.R. Ashby y N. Wiener. Por último este autor habla de los cibernéticos contemporáneos nombrando como tales a Couffignal, Vendryes, Moles y Huanat. Estrictamente muchos estudiosos de la cibernética inician el estudio histórico de la misma a partir de los antecesores mas cercanos a Wiener. Me refiero por ejemplo a *Sanvisens, David, Haselof y Henn*¹⁴ entre otros. N. Wiener considerado como el creador de la Cibernética nos habla en diversas publicaciones¹⁵ de los orígenes de estos estudios centrándose siempre en la colaboración que existió entre él y el cardiólogo Rosenblueth.

1.2. *El Control como objeto de la Cibernética.— Posibilidades Dialécticas*

La Cibernética ha sido y es considerada como la ciencia que estudia el control o los sistemas autorregulados a través de procesos retroactivos. Así Borden¹⁶ afirma que un Sistema Cibernético es el que emplea retroalimentación y

¹⁴ SANVISENS, A: "*La trascendencia del Automatismo*" en "*Espíritu, Conocimiento, Actualidad*". (I.F.I.B.A.) Barcelona 1.959 en donde trata de la etapa constitutiva de la Cibernética y de sus primeros investigadores refiriéndose específicamente a los años comprendidos entre 1935 y 1948.

Veáse además:

DAVID, A: *La Cibernética y lo Humano*.— Edit Labor, Nueva Colec. Labor, N^o 21.— Barcelona 1966.— 187 Pgs, especialmente pgs. 26 y sig.

HASELOFF, O.W (Comp): *Cibernética Hoy*, Edit. Tiempo Nuevo.— Caracas 1971 220 pgs, sobre todo pag. 41 a 50, aunque considere a J. Wat (1874) el mas importante de los precursores de esta ciencia.

HENN, V: *Materiales sobre la Pre-Historia de la Cibernética*, en CONVIVIAM n.º 33-1971, Pgs 47 a 73.

¹⁵ Véase WIENER, N: *My Connection with Cybernetics. Its origins and its future* en CYBERNETICA, N.º 1, Vol I 1958, Pgs 1 a 14

WIENER, N: "*Cibernética*", Guadiana de Public. Madrid 1971. 314 pags. En la introducción a la edición original de 1948 que se incluye en la versión castellana citada trata del origen de la Cibernética. Ver Pgs 32 y sig.

Veáse además sobre el tema histórico de la Cibernética:

TEICHMANN, H: *La Cibernética y su importancia para nuestro tiempo* en UNIVERSITAS Vol VI, 1968, N^o 3. Pgs 221 a 226

RUBIO, R: "*Presencia de la Cibernética*" en UNIVERSIDAD DE LA HABANA, N.º 180-Julio-Agosto 1966. Pgs 69 a 82.

CAIANIELLO, E.R: *Prospettive della Cibernética* en SCIENTIA, N.º 637-638, 19655- Pgs 118 a 129. Incluye una abundante bibliografía.

¹⁶ BORDEN, G.A.: *Introducción a la Teoría de la Comunicación Humana*.— Edit. Nacional Madrid 1971 pg. 67

mecanismos de control para regular su actividad dentro de límites específicos". Desde esta perspectiva la Cibernética como teoría o como área específica de estudio, se aplicaría a la investigación de los sistemas con capacidad retroactiva tal como aparece en la taxonomía de K. Boulding.

J. Guillaumaud en una importante obra¹⁷ incide en subrayar esta característica, pues ve como objeto esencial de la Cibernética, el estudio de los sistemas retroactivos como método de control. Fundamenta esta postura¹⁸ al considerar que entre el sistema llamado cibernético y el mundo que le rodea se producen intercambios que condicionan la propia acción del sistema. Los mecanismos de control posibilitan la adaptación del mismo a las variables ambientales. La retroacción así entendida estaría ligada como "contestación" a las estimulaciones del exterior. Ello nos proporciona una concepción de las relaciones entre sistema y medio, eminentemente dialécticas ya que los resultados del efecto retroactivo modifica el contenido de las salidas del Sistema y por tanto del medio; estas variaciones incidirán a través de las entradas sistémicas, sobre el propio sistema, el cual moviliza sus mecanismos de control para actuar nuevamente. De esta forma se origina un circuito cerrado con funciones modificantes y modificadoras, verdaderamente dialécticas entre Sistema y Medio.

Esto ha hecho que algunos autores pertenecientes a la escuela soviética hayan aceptado y definido la Cibernética a partir del control. Lange en este sentido se expresa afirmando que la Cibernética es la "ciencia general sobre el control y la regulación de los sistemas que se componen de diferentes elementos, relacionados de cierta manera entre sí"¹⁹. Por su parte Landa, siguiendo esta línea, específica a la Cibernética como el estudio de las leyes generales del control teniendo en cuenta que estas leyes son las que rigen en la naturaleza y en la sociedad humana. Afirma²⁰ que en cualquier proceso de control existen dos sistemas: el controlado y el controlador. Éste último posee la función de operador actuando el otro como un complejo mecánico. A su vez todo sistema controlador posee un objetivo²¹. El control se lleva a cabo enviando al sistema controlado ciertas señales o información al mismo tiempo que el sistema controlador deberá poseer un programa de control concreto de acuerdo con los objetivos del Sistema. Estas operaciones estarán siempre influidas por el mundo exterior o Sistema diferente, al Sistema que se estudia. Gráficamente Landa lo expresa así:

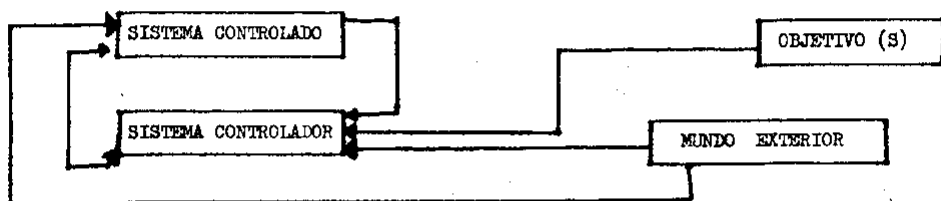
¹⁷ GUILLAUMAUD, J: *Cibernética y Logica Dialéctica*. Artiach, Edit. Madrid 1971. Ver Págs 22 y 80

¹⁸ Ibidem, Págs. 36 y sig.

¹⁹ LANGE, O: *Introducción a la Economía Cibernética* Edit. Siglo XXI de Esp. Madrid 1969. Pg 7

²⁰ LANDA, N.L. *Cibernética y Pedagogía* Edit Labor. Bca Universitaria Labor. nº 22 Barcelona 1972, Págs 18 y 19 y sigs.

²¹ Con ello se afirma que los Sistemas Cibernéticos son Sistemas Teleológicos.



Puede decirse entonces, que el verdadero componente de los Sistemas Cibernéticos no es el control sino la autogestión del control. Ello significa necesariamente que el sistema ha de poseer capacidad de "contestación" a los influjos del medio para lograr sus objetivos. Se posibilita en este sentido, una concepción dialéctica de los Sistemas Cibernéticos en donde la autogestión del control supone oponer una Tesis a las estimulaciones del ambiente (Antítesis) para así lograr los objetivos prefijados (Síntesis). Esta contradicción dialéctica se desarrolla de forma continua como fenomenología esencial en estos tipos de sistemas. Con ello el esquema cibernético se adecua a la concepción dialéctica de las Ciencias Humano-Sociales, máxime si tenemos en cuenta que de su contradicción dialéctica ya surgiendo estados mas "perfectos" en tanto entendamos la "perfección" como el continuo ajuste del Sistema a la función encomendada. Este enfoque hace por lo demas útil a la Cibernética a la hora de explicar los fenómenos del cambio social, aspecto éste que nunca se ha logrado de manos del estructural funcionalismo de una manera plenamente satisfactoria.

1,3. Cibernética y Fenómenos de Información-Comunicación

A partir de la perspectiva antes analizada se amplía la concepción Cibernética al integrarse como ciencia del control y de la comunicación. Este enfoque ha sido utilizado para aplicar esquemas cibernéticos al comportamiento de diversos artefactos, o como modelos explicativos de la conducta animal y humana.

La Cibernética como dominio de un campo del saber surge estrictamente con la pretensión de estudiar el control y la comunicación. N. Wiener en la obra que lleva por título la nueva palabra - exceptuando el uso que de ella hizo Ampere - define la Cibernética como la teoría del Control y la Comunicación tanto en la máquina como en el animal²². En otro lugar el creador de la Cibernética dice exactamente:

²² Wiener, N: "Cibernética". Opusc. cit. Afirma su definición en diversas ocasiones basta ver sin embargo el subtítulo de la obra.

"La Cibernética pretende encontrar los elementos comunes al funcionamiento de las máquinas automáticas y al sistema nervioso de los seres humanos y desarrollar una teoría que sea capaz de abarcar todo el campo del control y la comunicación en las máquinas y en los organismos vivientes"²³

Otros autores siguen a Wiener a la hora de formular los objetivos de dicha teoría. Así Young, Beer y Hatt coinciden plenamente con el profesor del M.I.T.²⁴.

El tema del control como se ve es ampliado al campo de la comunicación a la hora de formular el objetivo esencial de la Cibernética. Esta postura es obvia puesto que surgió con la propia Cibernética al formular Wiener su campo de acción. Sin embargo y a pesar del importante precedente, existe toda una corriente de opinión que centra los estudios cibernéticos específicamente en la comunicación de información. Con ello se ha caído en otra confusión, por cierto muy generalizada, tal como no distinguir la Teoría de la Comunicación formulada por Shannon y Weaver²⁵ de la Cibernética. Puede decirse que el concepto "Cibernética" engloba tal como ya se ha visto un tipo determinado de Sistemas que posee unas características muy específicas; en cambio la Teoría de la Comunicación estudia uno de los fenómenos quizás el de mayor importancia concurrente en los sistemas cibernéticos. De ahí que considerar la comunicación de información como uno de los eventos esenciales a todo sistema cibernético, sirva al mismo tiempo de base definitoria.

El autor que mas incapie hace en el afán definitorio de la Cibernética a partir de la comunicación es H. Frank y con él la escuela germana. En un artículo que lleva por nombre "¿Qué es la Cibernética?" nos da la siguiente definición:

"Es la teoría de las posibilidades de función de Sistemas Informativos haciendo abstracción de sus peculiaridades físicas, fisiológicas o psicológicas; además es la concretización de esta teoría abstracta

²³ WIENER, N: "Cibernética". Pgs 92 a 105 de CARNAP, R & MORGENSTERN, O & WIENER, N & OTROS: *Matemáticas en las Ciencias del Comportamiento*. Alianza Univ. nº 86. Madrid 1974, Pg 92

²⁴ YOUNG, J.F.: *La Cibernética*.- Monte Avila, Edit. Caracas 1971. 215 pgs. En pág. 13 afirma: Cibernética es el "estudio de la Comunicación y el Control en el animal y en la máquina"

BEER, S. *Cibernética y Administración*. C.E.C.S.A. 4ª impr. México 1972. 254 pgs. En pg 27 afirma que la Cibernética es la Ciencia de la Comunicación y el control.

HATT, H. en un libro que tiene por preocupación básica amoldar la Cibernética a los dogmas católicos ("Cibernética e Imagen del Hombre", Opus Cit.) en la pág. 12 señala que la Cibernética tiene por objeto el estudio comparativo de la comunicación y control en el cerebro y sistema nervioso de los organismos vivos, y en los sistemas electromecánicos.

²⁵ SHANNON, C.E. & WEAVER, W: *The mathematical theory of communication* Irbana. The Illinois University Press. 1949.

en unos sistemas dados que pueden designarse como físicos, fisiológicos o psicológicos; y finalmente es la realización planificada de tales sistemas para el cumplimiento de determinados objetivos²⁶

En otro lugar mas específicamente dice que la Cibernética es la Teoría de la recepción elaboración y transmisión témporo-espacial de informaciones²⁷. H. Frank puede decirse, fundamentandonos aun en otra publicación suya²⁸ que considera como objeto básico de la Cibernética a la Información O.W. Haseloff²⁹ habla de la Cibernética al referirse a la comunicación de los sistemas abiertos y a la información intra-sistémica que necesita para que el sistema logre sus objetivos. Puede citarse en esta línea de opinión a E. Kolman³⁰ que se centra en la "estructura de la Comunicación en los mecanismos, organismos y sociedades" cuando se refiere al estudio de la Cibernética, con lo que, si bien no se refiere específicamente al control, se incluye en la línea de Wiener en tanto intenta aplicar el saber cibernético al dominio de las ciencias humano-sociales.

Greniewski es también otro de los representantes mas importantes de la línea de autores que ve la comunicación de información como aspecto esencialmente definidor de la Cibernética. Así afirmará que la Cibernética es la Ciencia general de los sistemas informados y de los sistemas informantes y en particular de los sistemas de información³¹.

Para no confundir los sistemas cibernéticos con otros sistemas que también pudieran ser considerados sistemas de información hace constar que solo se refiere a lo que el llama Sistemas Relativamente Aislados. Un Sistema relativamente aislado es un Sistema Cibernético por poseer las siguientes características: recepción de influencias ambientales a partir de ciertas vías específicas llamadas entradas e influencia que a su vez ejerce sobre el medio a través de ciertas vías específicas denominadas salidas³².

²⁶ FRANK, H.: *¿Qué es la Cibernética?*, Pgs 11 a 34 de FRANK, H. (Comp) "*Cibernética un puente entre las Ciencias*" Edit Zeus, Barcelona 1966.— Pgs 20 y 21.

²⁷ Véase el artículo H. FRANK en la obra compilada por O.W. HASELOFF "*Cibernética Hoy*",— Edit Tiempo Nuevo, Caracas 1971.— Pg 218.

²⁸ FRANK, H: *Aspectos Científicos Teóricos y Organizatorio-Cibernético de la Pedagogía Cibernética* en FOJIA HUMANÍSTICA, n° 84, Tomo VII, Diciembre 1969. Págs. 989 a 1004. Ver especialmente pg 991. Este trabajo contiene una abundante e interesante bibliografía.

²⁹ HASELOFF, O.W. (Comp.) opusc. Cit. — Pg. 218

³⁰ KOLMAN, E: *Que es la Cibernética.*— Edit. Siglo XX, B. Aires 1966.— Pág. 43.— Wiener si bien no introdujo en su formulación esencial de la Cibernética el estudio de las sociedades siempre se interesó por el tema, prueba de ello es el 8º capítulo del primer libro sobre Cibernética del cual como se sabe fue el autor. Este capítulo con el cual finalizaba "*Cybernetics*" llevaba por título "*Información, lenguaje y sociedad*". No contento con ello intentó profundizar más en la cuestión en su segundo libro sobre el tema "*Cibernética y Sociedad*" del cual existe edición en catalán prologado por M. Masiera en Edicions 62, Col·lecció Llibres a l'abast, n° 24. Barcelona 1965. 214 págs.

³¹ GRENEWKLE: *Cibernética sin Matemáticas.* F. C. E. Colec. Breviarios n° 186. México 1965. 218 pgs. Ver pg. 58

³² Ibidem, pag 11.

Personalmente considero que esta formulación no es totalmente adecuada ya que da pie a la confusión entre sistema abierto y sistema cibernético. El sistema Cibernético posee como característica propia la capacidad interna de la regulación en circuito cerrado. Esta postura no significa crítica a los autores que definen la Cibernética a partir de la información ya que el subsistema de control que posee todo sistema cibernético, es un subsistema de control de la información. Solo quiero destacar la necesidad de distinguir los Sistemas Abiertos de los Cibernéticos a partir de la autoregulación en circuito cerrado.

1.4. *Cibernética como Conductismo*

Se ha formado un interesante cuerpo de opinión que considera como aspecto definidor y esencial de los Sistemas Cibernéticos la cualidad que poseen de comportamiento. Se dice que este tipo de conducta puede ser aprendida (comportamiento adaptativo) por el propio sistema en cuanto los mecanismos de control posibilitan una modificación de las acciones del sistema en su intento de adaptarse a las nuevas circunstancias del medio. En tanto se considere a la Cibernética como ciencia del control, bastará que nos fijemos en las consecuencias o situaciones resultantes de éste, para que se pueda delimitar la cibernética como un estudio de índole conductista. Dice Moray³³ que la Cibernética es la Ciencia de la lógica aplicada en sentido tal, que se interesa por la lógica del comportamiento y por las descripciones del mismo; comportamiento no se olvide, producido por la retroacción de los sistemas de control.

W. Ross Ashby³⁴ considera que la Cibernética estudia los modos de comportamiento de los sistemas autoregulados. Con ello viene a expresar que la Cibernética no se preocupa por las causas sino por la descripción de una situación dinámica verdaderamente comportamental. La Cibernética no se preocupa por el "por que" de los fenómenos sistémicos; centra su atención en la acción de los mismos. Aldunate³⁵ siguiendo a Ashby, identifica la Cibernética con el estudio de conductas y comportamientos considerándola como un saber conductista y funcional.

Personalmente considero que lo interesante de esta perspectiva es que las posibilidades comportamentales de la Cibernética emergen de sus posibilidades reguladoras a partir del autocontrol mediante sistemas retroactivos que adaptan la "conducta" del Sistema a las variaciones del medio ambiente.

1.5. *Cibernética como estudio de la Acción*

De hecho esta perspectiva es fruto consecuente de la anterior. Todo comportamiento supone una actuación y por ende una o varias acciones a través de las cuales se manifieste el comportamiento del Sistema. La diferenciación científico-posicional a la hora de considerar la Cibernética como estudio conductista o como

³³ MORAY, N: "Cibernética". Opusc. Cit. Pg. 17.

³⁴ ROSS ASHBY, W: *Introducción a la Cibernética*. Opusc. Cit. Pg. 11

³⁵ ALDUNATE, A: *Por las Fronteras de la Cibernética*. Joaquín Ahmendor, Edit. Santiago de Chile, 3ª edic. 1972. Pgs. 56 y 63.

estudio de la acción surge de subrayar preferentemente la importancia de la manifestación sistémica (conducta) o el interés que poseen las "acciones" causadoras de dicha conducta. Defendiendo la segunda posición se integran una serie de autores-franceses en su mayoría—seguidores de L. Couffignal, que concretan su estudio en las consecuencias dinámicas de la regulación cibernética, o sea, en las acciones que todo Sistema producirá en su intento de autogestionarse su propio control. Ahora bien si tenemos en cuenta que los Mecanismos reguladores de los Sistemas Cibernéticos ajustan la acción sistémica al esquema comportamental que tienen determinados, toda acción en Cibernética estará encomendada a la regulación del sistema para que éste logre sus objetivos. Puede decirse entonces, que todo acto o toda acción fruto de una autosugestión del control por parte del propio Sistema, (Retroacción) será necesariamente eficaz. Puede afirmarse en este sentido y tal como hace Couffignal, que la Cibernética no es otra cosa que un sistema que asegura la eficacia de la acción, o mas exactamente "el arte de hacer eficaz la acción"³⁶. Otros autores que siguen al investigador francés apenas varían significativamente su postura; así P. Idatte afirmará que la Cibernética es la dirección controlada de un curso de acción, definiéndola exactamente de la siguiente manera:

"La science même de l'action, c'est a dire, des actes orientes vers un but et vers une echeance a l'aide de signaux. Elle est en même temps la science des systemes materiels qui automatiquement, ou non, consciemment o non sont capables d'effectuer comme il vient d'être ces actes-orientes"³⁷

A. DAVID por su parte³⁸, se incluye en la misma escolástica al afirmar que la Cibernética se ocupa de preparar la acción regulada, o sea la acción eficaz: "La Cibernética es un esfuerzo para mejorar racionalmente el trabajo regulado hacia un objetivo".

Si nos fijamos en esta última frase transcrita ("esfuerzo para mejorar racionalmente...") vemos que nos ofrece posibilidades de poder considerar a la Cibernética

³⁶ Véase: COUFFIGNAL, L: "La Cibernética", Redondo Edit. Barcelona 1969. - Pags 29 y 30. Además en los siguientes trabajos repite de idéntica forma su concepto de Cibernética:

—"*Que peut apporter la Cybernetique a la Pedagogie??*" en "Cybernetica", Vol VII, nº 1, 1969.— En pg 14 dice: "La Cybernetique est Part d'assurer l'efficacite de L'action"

—"*La Cibernética en la Enseñanza*". - Edit Grijalbo, Colec. Diana, México 1968, en Pg. 11 afirma: "Arte de asegurar la eficacia de la Acción"

"*El concepto lógico de la Cibernética*", Pgs 51 a 60 de HASELOFF, O.W.: "La Cibernética Hoy" Opusc. Cit, En página 51 dice: "La Cibernética es el arte de mantener la eficacia de la acción.

— Véase también en: COUFFIGNAL, L. & SCHUTSENBERGER, M.P.: "La Cybernetique" Encyclopedie G.Française. - París, sin fecha, 21 pgs. Véase específicamente pg. 1.

³⁷ IDATTE, P: "Cleps pour la Cybernetique". Edit Seghers. - París 1969. - Pg. 75.

³⁸ DAVID, A: "La Cibernética y lo Humano". - Edit Labor, N.º Colec. Labor, nº 21. Barcelona 1966. - Pgs 37,38, y 17.

ca como un método de acción ya que toda acción se realiza con el propósito de alcanzar un fin previamente propuesto. Y esto es exactamente lo que ocurre en los Sistemas Cibernéticos: la acción sistémica debe lograr el fin que el sistema tiene encomendado. Para ello el subsistema de control que proporciona al Sistema la capacidad autoreglativa es quien ha de posibilitar la acción eficaz ajustada al fin propuesto. O sea que lo realmente cibernético del sistema (autoregulación) es lo que nos proporciona una verdadera metodología de la acción.

1.5.1. *Ampliación al concepto de Acción Cibernética*

Hablar de acción cibernética supone analizar la fenomenología que concurre en el interior de un Sistema Cibernético. Acción Cibernética se emplea entonces como sinónimo de las funciones que un sistema ha de realizar para que sea considerado como cibernético.

El concepto de Acción Cibernética o Acto Cibernético supone una secuencia lógica de operaciones que cabe articular en tres etapas:

—1ª) Preparación de la acción.

Comprende específicamente el establecimiento de:

a) la meta de la Acción (Fin)

b) Programa de Acción para lograr la meta propuesta.

—2ª) Decisión de Actuar, precedida casi siempre por “un juicio de valor” respecto de lo que se va a hacer

—3ª) Ejecución de la Acción que se inicia en la aplicación del programa previamente establecido (1. b) y que continúa con un plan que se establece de acuerdo con el original o modificándolo según los acontecimientos ³⁹.

Puede decirse que una Acción Cibernética supone ante todo un fin. Maltese no en balde afirma que la Cibernética es el “estudio de las acciones y situaciones tendientes a lograr un “telos”⁴⁰

Dire a modo de conclusión que una Acción Cibernética supone un programa de acción, la ejecución o aplicación del programa de acción y las modificaciones a dicha ejecución a modo de corrección para lograr el fin propuesto. Estas modificaciones hacen que la Acción Cibernética sea de por sí acción eficaz.

Toda acción supone y la Acción Cibernética no es una excepción una transformación del mecanismo que la ejecuta (en este caso el Sistema Cibernético). Por otra parte, el fin del acto cibernético, consiste siempre en lograr una modificación del mundo circundante⁴¹. Ahora bien al actuar este de forma imprevisible,

³⁹ Véase: COUFFIGNAL, L: “El Concepto lógico de la Cibernética” en HASELOFF, O.W. en *Cibernética Hoy*.— Opusc. Cit pg 52

COUFFIGNAL, L & SCHUTZENBERGER, M.P.: “La Cybernetique”. Opusc. Cit. Pg. 2.

COUFFIGNAL, L. “La Cibernética”. — Opusc. Cit. pg. 22 y sig.

⁴⁰ MALTESE & OTROS: *Cibernética. Cibernética y Sociedad* Edit. T.E.U.C.O. Córdoba, Argentina 1971. Pg. 12

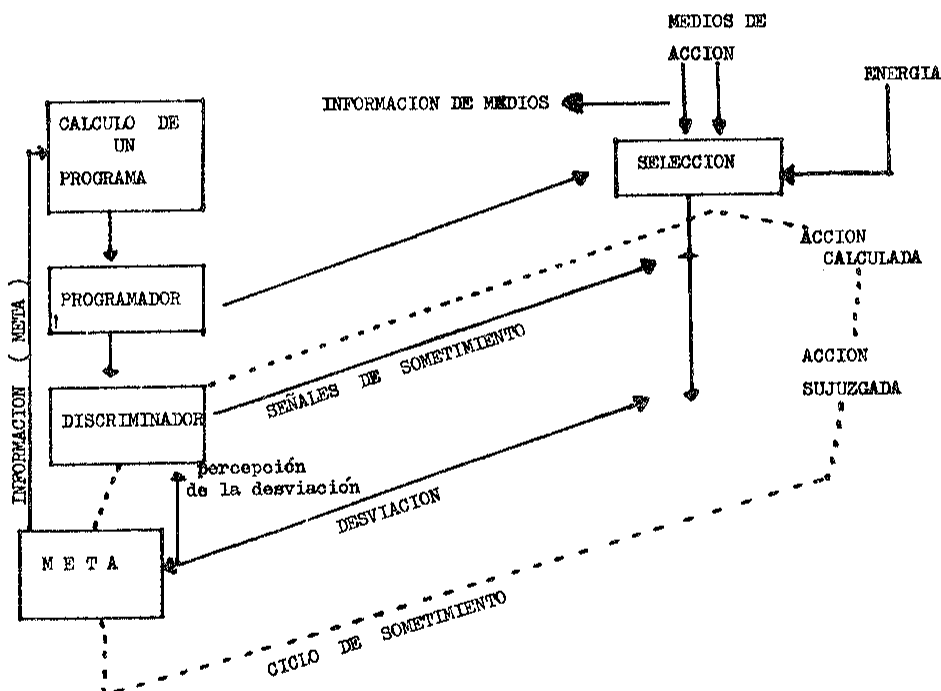
⁴¹ Ver los escritos de L. Couffignal repetidamente citados.

ocurre que el Sistema debe intentar una adaptación permanente de la acción del programa y de los medios de ejecución de dicha acción al momento o situación en que se halla el medio. O sea que el Acto Cibernético es ante todo un proceso lógico de doble adaptación, a saber:

ADAPTACION INTRÍNSECA, o sea, del programa y de los medios de ejecución del mismo, al fin que el Sistema tiene encomendado.

ADAPTACION EXTRÍNSECA: El fin del Sistema supone siempre una modificación del medio. Por ello el sistema debe adaptarse siempre a la situación de éste medio, para que así pueda cumplimentar su función teleológica.

A. Ducrocq⁴² ha intentado la expresión gráfica del Acto Cibernético:



Como se ve, hablar de la Acción Cibernética, supone describir la estructura funcional de los Sistemas Cibernéticos. Como conclusión inmediata puede decirse que estudiar la estructura funcional de un Sistema Cibernético supone describir su

⁴² DUCROCQ, A.: "Descubrimiento de la Cibernética". Cia. Fabril Edit., Colec. Experiencia.- Buenos Aires 1960, Pg. 25

conducta o comportamiento. Por otra parte y tal como se ha demostrado el comportamiento típico de los Sistemas Cibernéticos, es fruto de sus propiedades autoregulativas, o sea de la capacidad de adaptar la Acción del programa pre-establecido a las nuevas condiciones que aparecen en su proceso teleológico.

1.5.2. Regulación de la Acción Cibernética

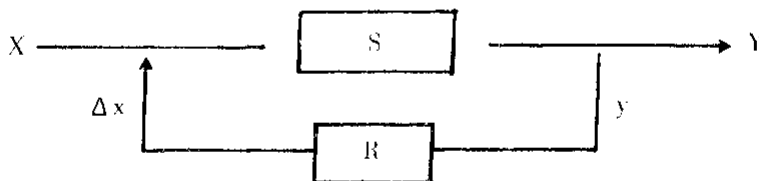
Las características de la Acción Cibernética son fruto de la capacidad autoregulativa que poseen estos Sistemas. Lange⁴³ cita tres formas de regulación autocontrolada. Así puede realizarse por medio de la compensación de las desviaciones del valor real del efecto del valor acordado. Además la regulación, puede efectuarse por medio de la compensación de perturbadores y por último, a través de la eliminación de las mismas. En definitiva dirá que

“La regulación tiene por objeto asegurar el funcionamiento del Sistema de manera que toda desviación del estado de las salidas del Sistema con respecto a su valor propuesto, es decir la norma, se compense”⁴⁴

Lange formaliza las relaciones que se dan en el acto de la regulación sistémica a nivel matemático⁴⁵. Puede decirse que si se considera “X” la entrada de un sistema “S”, la variación de la salida “Y”, vendrá expresada por:

$$Y = SX; \text{ o si se quiere:}$$

$$Y = f(X)$$



En este sistema “S” regulado por el subsistema “R” se dará por el mero hecho de la regulación la siguiente igualdad:

$$\Delta x = Ry$$

de donde, ampliando las relaciones tendremos:

$$Y = S(X + \Delta x) = S(X + Ry) = SX + SRy$$

⁴³ LANGE, O: *Introducción a la Economía Cibernética* Opusc. Cit. Pgs. 15 y 16.

⁴⁴ *Ibidem.* pg. 31.

⁴⁵ *Ibidem.* Pg. 24 y 25.

o sea

$$Y = \frac{S}{1 - SR} X$$

fórmula que nos dará el valor de la regulación del Sistema⁴⁶.

La autoregulación se produce, tal como se ve en el gráfico anterior, gracias al proceso retroactivo de la información. Sin embargo y antes de pasar a estudiar específicamente este tipo de fenómenos diré que existen dos tipos de regulación:

a) La Regulación propiamente dicha: Originada a partir de un circuito que posee como misión esencial que el aparato controlado se mantenga invariable. Un artefacto de este tipo sería un mecanismo rígido que no se adaptaría a los cambios exteriores y que por tanto se comportaría siempre de la misma forma. Es la regulación típica de los Sistemas Cerrados, no Cibernéticos.

b) La regulación a través de Servomecanismos. Este tipo de regulación permite controlar la magnitud que se le ha asignado a pesar de que ella varíe mientras dure el proceso. La regulación a través de servomecanismos posibilita neutralizar cualquier acción que pretenda actuar contra el programa asignado al Sistema.

El Servomecanismo —afirma Guillaumaud⁴⁷— está construido de tal manera que tiende siempre a anular la desviación o variación que incide sobre la acción del Sistema, cualquiera que sea. Se realiza a partir de un circuito de Feed-Back, o sea a través de un proceso —tal como se verá mas adelante— en donde la salida del sistema reacciona sobre la entrada.

2.—CONCLUSION INTEGRATIVA: CIBERNETICA COMO TEORIA DE LA RELACION

El Dr. Alejandro Sanvisens basa su concepción cibernética en la línea del fundador de dicha disciplina, N. Wiener, o sea tal como ya se ha visto, en el Control y en la Comunicación. Exactamente afirmará que la Cibernética es:

El estudio del control en sus aspectos generales y prácticos y en cuanto implica una comunicación o transmisión informativa⁴⁸

⁴⁶ PUIG ADAM en "Sobre Cibernética (génesis y Problemas)" en *Revista de Psicología General y Aplicada*, nº 19. Vol. VI.— Año 1951.— Pgs. 515 a 525, plantea el fenómeno regulativo de los Servos mediante ecuaciones diferenciales que pueden reducirse a ecuaciones algebraicas transformadas mediante el proceso analítico de Laplace-Fourier.

⁴⁷ GUILLAUMAUD, J.: *Cibernética y Lógica Dialéctica* Opusc. Cit. Pg. 49. Véase también: SLUCKIN, W.: *La Cibernética. Cerebros y Máquinas*. Edit. Nueva Visión.— Buenos Aires 1971. Pg. 16

⁴⁸ Véase: SANVISEN MARELLI, A.: *Cibernética y Comunicación* en *Revista del Instituto de Ciencias Sociales*.— Pg. 17 a 104 de "Sociología de las Relaciones Públicas". - Barcelona 1968. Pg. 55. - Este segundo apartado se basará fundamentalmente en este trabajo.

Sin embargo de manos de dicho autor, la Cibernética surge como algo nuevo y pleno aun de posibilidades no analizadas. El Dr. Sanvisens no se para en este paradigma, por lo demás escasamente novedoso; antes bien su aportación personal se halla en el análisis exhaustivo de las perspectivas que encierra su definición.

Considera al Sistema Cibernético como un tipo de Sistema tal, cuya fundamentación formal y real, es la Información. En efecto, Información a través de la comunicación entre los elementos estructurales del Sistema, e información igualmente como sustento de los procesos del control autoregulado o retroactivo. De ahí que la Cibernética, pueda ser considerada como una "Teoría de la Señal y de la Información"⁴⁹ ya que el estudio de los Sistemas Cibernéticos es estudio de unos fenómenos informativos y por tanto comunicativos.

La Cibernética es vista dentro de esta perspectiva por A. Sanvisens como una verdadera ciencia general del lenguaje, simplemente porque se basa en el estudio de los procesos informativos y comunicativos. Esta aseveración vale tanto como afirmar la Cibernética a nivel de expresión comunicativa y de comunicación informativa. Así se integraría dentro de su estudio, las señales, los significados, las simbolizaciones, las relaciones, la recepción, la selección de mensajes y las respuestas a los mismos⁵⁰. Ya Norbet Wiener, el creador de la Cibernética en su segundo libro sobre el tema opinaba de forma parecida al decir:

"El proposit de la Cibernética es de desenrotllar un llenguatge i unes tecniques que ens permetin d'encarnarnos amb els problemes de comunicacio i comandament en general pero tambe de trobar el repertori convenient d'idees i tecniques per a clasificar llur manifestacions particulars segon certs conceptes"⁵¹.

De una forma sistemática y exhaustiva el Dr. Sanvisens considera que las cuestiones básicas que pueden ser estudiadas a partir de la comunicación de información se referiran necesariamente a:

1. - La cantidad de información.
- 2.- Las modalidades de las emisiones y de los receptores.
- 3.- La consistencia y capacidad de los canales comunicativos.
4. - El proceso cifrador que puede ser utilizado.
5. - Los tipos de mensajes así como su diversa significación y comprensión.
- 6.- Los efectos del ruido sobre los canales.
- 7.- La mecánica de la estimulación de las Respuestas.
8. - La lógica de la transmisión.
- 9.- La praxis de la comunicación e información en sus aspectos finalistas, decisorios, motivacionales y de eficacia en la acción.

⁴⁹ Ibidem.- Pg. 61.

⁵⁰ Ibidem.- Pg. 63.

⁵¹ WIENER, N: *Cibernética i Societat*. Opusc. Cit.- 29

10.- La plasmación de la Comunicación (a nivel mecánico-electrónico, orgánico, psíquico y social).

11.- Sus posibilidades de aplicación múltiple.⁵²

Ello hace que los estudios cibernéticos al centrarse sobre la comunicación de información —o sea sobre la relación entre dos elementos a través de la información— devengan en una “Teoría de la relación”⁵³.

Atendiendo a las diversas formulaciones revisadas hasta el momento, podemos asentar el siguiente principio

—La Cibernética es el estudio de unos Sistemas con un determinado tipo de Control (autoregulación). A partir de aquí las variaciones que afectan de diversa manera a este postulado son:

—Consideraciones centradas solo sobre el Control (Posibilitan una visión dialéctica de la Cibernética, tal como vimos)

—Consideraciones centradas sobre el Control y la Comunicación, como la de N. Wiener.

—Consideraciones centradas solo sobre la Comunicación (H. Frank y la escuela germana)

—Consideraciones centradas sobre las consecuencias del control. Cabe destacar:

— El comportamiento como consecuencia primordial (R. Ashby y la escuela inglesa)

— La Acción eficaz como aspecto a destacar (L. Couffignal y la escuela francesa)

Todas estas diversificaciones de opinión a la hora de resaltar lo fundamental y significativo de la Cibernética, considero pueden conectarse en un punto común. En efecto y tal como acabamos de ver, A. Sanvisens nos demuestra que cualquier formulación sobre Cibernética supone siempre asentar una Teoría de la Relación ya que el control es en si, un proceso interno del Sistema, pero de índole comunicativa, y como toda comunicación, supone entablar una tarea relacional. Aquí considero se centra la importancia de la aportación del Dr. Sanvisens. En primer lugar porque a partir del principio de la Relación, clarifica la semántica realmente variada que conlleva el término “Cibernética” y en segundo lugar, porque una formulación de una Teoría Relacional en sentido cibernético, posibilita la aplicación de esquemas de ésta índole para un estudio mas efectivo de los fenómenos que concurren en las ciencias Humano-Sociales, basadas todas ellas en la Relación o en fenómenos relacionales. Con ello introducimos la posibilidad de que la Cibernética se asiente como metodología eficaz en la investigación humanística y sociológica.

⁵² SANVISENS, A: *Cibernética y Comunicación*.— Opusc. Cit. Pgs 64 y 65.

⁵³ *Ibidem*. > Pg. 83.

Personalmente y en función de todo lo visto hasta el momento, definiré la Cibernética como el estudio de los Sistemas de autogestión del Control y de los procesos comunicativos-informativos del propio Sistema, así como de sus consecuencias (Comportamiento y Acciones sistémicas), todo ello como base para formular una Ciencia de la Relación, verdadero y profundo objeto de la Cibernética.

O sea la Cibernética como área de estudio centraría su atención sobre:

- Los Mecanismos de Autogestión del Control.
- Los Procesos Comunicativos --Informativos de un Sistema que posea autogestión del control.
- Las consecuencias de lo anteriormente afirmado:
 - Comportamiento del Sistema
 - Acciones del Sistema.

En cambio, la Cibernética en cuanto se pretendiese formular como Teoría General centraría su atención en la formalización de una Ciencia de la Relación⁵⁴:

Existe aun otra posibilidad en el enfoque del estudio de la Cibernética. Me refiero a las posibilidades de aplicación que la misma posee. En éste sentido puede entonces hablarse de la Cibernética como técnica. Esta perspectiva trataría de la aplicación de la Cibernética teórica a la construcción de artefactos o mecanismos para que estos lograsen efectuar tareas comunicativo-informativas plenamente eficaces.

2.1.—Objeto de Estudio de la Cibernética

H. Frank⁵⁵ considera que la Cibernética General se divide en cuatro grandes apartados o Teorías. Distingue la "Teoría General de las Noticias" (que estudiaría la Teoría de Signos, la Teoría de la Información y la Teoría del Cifrado), la "Teoría

⁵⁴ Para una ampliación de los principios generales de la Cibernética así como para fundamento de muchas de las afirmaciones hasta aquí realizadas pueden consultarse las siguientes obras:

CELLERIER G & PAPERT, S & VOYAT, G: *Cybernetique et Epistemologie*. P.U.F. Bibliothèque Scientifique Internationale. Etudes déepistemologie genétique. Paris 1968 142 pg. (Edic. dirigida por J. Piaget)

SOBRE el objeto de la Cibernética ver: "Enquete de la Societe Francaise de Cybernetique". pgs 237 y sig. de "CYBERNETICA", Vol XIX, n.º 3 1971.

LADRIERE, J: *La Filosofia de la Cibernética* Edit del Atlántico. Buenos Aires 1958.

SANVISENS, A: *Algunos aspectos de la Cibernética y de la Sociología lingüística* Asociación de Ingenieros Industriales. Barcelona 1971

KASATKIN, V: *El ABC de la Cibernética* Edit. Paraninfo. Manuales Tecnológicos nº 20. Madrid 1971. Introduce la Cibernética a nivel de Bachillerato. Atiende a cuestiones y ejercicios de tipo cuantificable y lógico.

TOMAS CABOT, J: "La Cibernética en Barcelona", separata de 6 artículos publicados en la *Vanguardia Española* los días 31 de Enero y 5,6,12, 17, y 19 de Febrero de 1970. Barcelona, 28 pgs.

Define la Cibernética a partir de N. Wiener (ver Pgs 25 y sig). Desarrolla la evolución de la Cibernética a partir sobre todo de los trabajos de los Dres. Montserrat Esteve y Sanvisens Marfull.

⁵⁵ FRANK, H.: *¿Qué es la Cibernética?* En FRANK H. (Comp.): *Cibernética un puente entre las Ciencias*. Opusc. Cit. Pg. 21.

General de los Sistemas de Información” (comprendería el álgebra de Boole y la Teoría abstracta de los autómatas). La “Teoría General de los Circuitos de Regulación” o estudio de los sistemas Adaptativos, de los sistemas Discentes Adaptativos y los sistemas de Regulación. Por último cabría indicar la “Teoría General de los Complejos de los Sistemas u Oligología” que incluiría la Teoría General de los Juegos, la Cibernética de la Organización, la Psicología Cibernética, la Pedagogía Cibernética y la Cibernética de Ampere ⁵⁶.

Por mi parte considero que la Cibernética, tal como he indicado, estudiando los Sistemas Cibernéticos (de control autoregulado) puede lograr constituirse en Ciencia de la Relación. Para ello debe profundizar en el estudio de los mecanismos y en las consecuencias de estos aspectos, a saber: el comportamiento y la acción de los Sistema.

Por último diré que según los campos de aplicación de la Cibernética esta puede estudiar diversos tipos de relaciones. En este sentido distingo:

--*Biocibernética* o Ciencia de la Relación a partir del estudio de la Comunicación y Control en los seres vivos. Cabe discriminar entre Biocibernética propiamente dicha o estudio de estos fenómenos en los seres inferiores y en el hombre en cuanto ser biológico y Psicología Cibernética o estudio de los procesos que posibilitan el desarrollo superior del ser humano.

--*Cibernética de las Relaciones Humanas* que incidiría sobre la comunicación inter-humana en todas sus variedades. Comprendería el estudio del lenguaje (Lingüística Cibernética), el estudio de las relaciones educativas (Pedagogía Cibernética) y de las relaciones sociales (Sociología Cibernética)

--*Cibernética Técnica* o aplicación de la Cibernética a procesos de ingeniería y electrónicos para posibilitar la construcción de máquinas con capacidad de tratamiento de la información.

3.- FENOMENOLOGIA CIBERNETICA

3.1.-*Procesos de Control y Feed-Back*

La Comunicación de Información y el control autoregulado, son los aspectos esenciales del Sistema Cibernético. Un estudio específico de dicho tipo de sistemas así como de su fenomenología concurrente, ha de recaer obligatoriamente en estos procesos y en sus consecuencias.

3.1.1.-*Características del Control Cibernético*

Un Sistema de Control cumple con su función en cuanto produciéndose una entrada de información sobre la situación del Sistema, posea capacidad interpretati-

⁵⁶ Ampere uso en el siglo XIX el concepto de Cibernética como ciencia de la regulación de los Estados a través de la Política.

va de dicha información al mismo tiempo de que sea capaz de dictar un comportamiento determinado como fruto de la interpretación llevada a cabo. Esta conducta nacida de la acción controladora se determina en función del objetivo previsto para el Sistema. Esto quiere decir que la exigencia esencial que necesariamente debe satisfacer un Sistema de Control es adecuar su actividad a la finalidad del Sistema.

El concepto de control en un Sistema Cibernético posee una función eminentemente correctora ya que serán precisamente los mecanismos de control quienes ajusten al Sistema, a su trayectoria correcta. Este tipo de control surgido de la propia actividad sistémica, autorregulado entonces, actúa comparando ininterrumpidamente la acción resultante del Sistema con la acción que cabría esperar del mismo, ajustando al mismo tiempo la una a la otra⁵⁷. Pues bien, a este tipo de control, se le conoce como Control en circuito de Feed-Back, o retroacción.

3.1.2.—*La Retroacción*

Se entiende por retroacción una acción de retorno. Esto quiere decir que un Sistema de Control a través de un circuito de Feed-Back opera por la acción de retroceder la información del sistema a las entradas del mismo. Otra característica es que un proceso de Retroacción o Feed-Back utiliza elementos propios del Sistema; de ahí la denominación de autoregulados o de "autogestión del Control" con las que nos hemos referido al citar los Sistemas cibernéticos.

Gracias a la retroacción la desviación sistémica se autocorrigue a través de sus propios efectos. Estas correcciones son las que producen las manifestaciones comportamentales del Sistema. De ahí que tal como ya se ha visto, los Sistemas Cibernéticos puedan estudiarse desde una perspectiva conductista. El Sistema Cibernético se dirá posee capacidad de aprendizaje en cuanto gracias a su particular sistema de Control, "experimenta" o "aprende" conductas (comportamientos) que posibilitan la adaptación del Sistema a sus circunstancias, al mismo tiempo que, con sus acciones, tiende a la consecución de sus objetivos:

Un mecanismo de Feed-Back es el que utiliza la energía de entrada para retrotraerla al propio sistema de modo que aproveche su funcionamiento regular, equilibrando en cierto modo su estructura y su operación"⁵⁸

⁵⁷ Véase sobre el tema del Control: MALTESE & OTROS: *Cibernética, Cibernética y Sociedad*.— Opusc. Cit. Pgs. 95 y sigs.

BELLMAN, R: *Teoría del Control* Pgs 167 a 182 de CARNAP & MORGENSTERN, O & WIENER, & OTROS: "*Matemáticas en las ciencias del comportamiento*". Opusc. Cit.

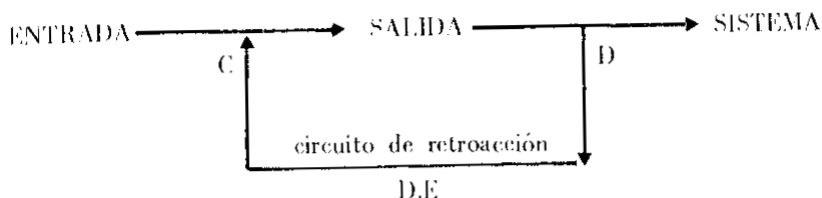
SLUCKIN, W: *La Cibernética. Cerebros y Máquinas* Opusc. Cit. Interesa sobre todo el cap. III

Hatt, H: *Cibernética e imagen del Hombre*.— Opusc. Cit.— Pgs 49 y sigs.

PACKER, K & PACKER, T: *Cibernética, Teoría de la Información y Proceso Educativo en La Educación, Hoy* n.º 1, Enero 1973. Pgs. 13 a 19, espec. pág. 15.

⁵⁸ SANVISENS, A: *Cibernética y Comunicación* Opusc. Cit. Pgs. 49 y 50

Un circuito de Retroacción suele representarse así:



El resultado de la operación sistémica a nivel de información es comparado con la información de entrada. Si existe alguna diferencia los mecanismos de control actuarán sobre el propio Sistema para subsanarla. De ahí que un circuito de retroacción cumpla necesariamente con las siguientes funciones:

- Apreciación o medición de la Información de Salida (detección-D).
- Comparación o Evaluación. Se efectúa entre el valor de la Información de la Entrada con el detectado en la Salida (Detector de error -D.E.)
- Subsanación de las diferencias halladas, comandando al Sistema su debido comportamiento (C).⁵⁹

“Mediante un proceso de realimentación un Sistema se adapta a su medio y aprende de su propia experiencia”⁶⁰.

La acción del Feed-Back no tiene como objetivo, la estabilización del Sistema sino su perfeccionamiento respectivo a la acción que se le ha encomendado. Un circuito de retroacción supone una dinamicidad constante y continua que tiene por objeto, transformar la conducta del sistema para adecuarla a sus objetivos o a las nuevas situaciones, que al mismo tiempo, surgen en el medio en el que se halla inmerso. La retroacción impide la estabilización en aras a la adaptación, a la concordia y a la integración del Sistema en su medio como única vía posible para lograr sus objetivos ya que de otra forma, las influencias del medio desviaría y modificaría su programa de conducta. Por el contrario los Sistemas cuyos mecanismos de control pretenden únicamente la estabilidad se les denomina Homeostáticos⁶¹.

3.1.3.-Tipos de Feed-Back

De hecho, hasta el momento, implícitamente, nos hemos referido a un solo tipo de control: el ejercicio a través de la Retroacción o Feed-Back. Recuerdese que solo he mencionado la capacidad de corrección o de “ajuste”, como típica de este sistema de autoregulación.

⁵⁹ MALTESE & OTROS: *Cibernética, Cibernética y Sociedad*. Opusc. Cit. Pg 98. Algunos autores utilizan la expresión “retroalimentación” en vez de retroacción. Personalmente he adaptado la segunda por considerar se ajusta más a la dinámica del proceso.

⁶⁰ HATT, H.: *Cibernética e Imagen del Hombre*. Opusc. Cit.— pg. 50

⁶¹ COUFFIGNAL, L.: “*Máquinas de pensar*”, Edit. Seix & Barral, Biblioteca Técnica Comercial, Barcelona 1966. Pág. 32.

Sin embargo y mediante un proceso "idéntico" las consecuencias para el sistema pueden ser totalmente diferentes; esto es debido a que el circuito de retroacción es capaz de ejercer dos funciones diferentes e incluso contradictorias.

En función de estas diferencias de comportamiento que posibilita la retroacción se halla la base de diferenciación de dos tipos de Feed-Back, llamados feed-Back o retroacción positiva o Feedbefore para ser más exactos.

El Feed-Back negativo se ajusta al tipo de control estudiado anteriormente. Pretende corregir las desviaciones sufridas por el Sistema respecto al objetivo que se le había propuesto. La Retroacción negativa intenta corregir el desajuste que surge entre lo deseado y lo que se va obteniendo o como dice Couffignal:

"Si medimos este desajuste y calculamos la modificación que han de sufrir las acciones físicas para que desaparezca haciendo actuar el sistema sobre si mismo, estamos ante el fenómeno de la Retroacción"⁶².

Siempre que se habla de retroacción o Feed-Back se nos refiere el de tipo negativo. Su objetivo fundamental como queda dicho es la regulación del sistema o la corrección de su comportamiento en un intento de ajustarlo al que le corresponde.

"El control se realiza mediante una realimentación negativa, es decir que la información remitida se refiere al grado de desviación del sistema respecto a la condición deseada"⁶³

La retroacción positiva o Feedbefore apenas es comentada en la literatura especializada. Su funcionalidad es totalmente opuesta a la retroacción negativa ya que sus consecuencias suponen la destrucción de los Sistemas Cibernéticos. Este tipo de retroacción que hemos denominado positiva no pretende corregir la diferencia entre la acción real y teórica del Sistema sino que al contrario su acción supone la ampliación de estas diferencias. Su misión no es regulativa, sino plenamente anticontroladora; con ello logra una disyunción de la acción del Sistema respecto a sus objetivos, que culmina con la desaparición del Sistema como tal.

El Feedbefore surge entonces como un activador de las operaciones del Sistema propulsándolo o embalandolo hacia adelante en vez de intentar disminuir sus acciones para adaptarlo a la consecución de su objetivo.⁶⁴

Si la retroacción negativa es un proceso de corrección del Sistema, eminentemente repulsor, la retroacción positiva supone la autoimpulsión de dichas diferencias y la aceleración de la acción desconjuntada del Sistema en relación con sus objetivos. De ahí que J. Guillaumaud⁶⁵ considere que cuando se produce la

⁶² COUFFIGNAL, J.: *La Cibernética*. Opusc. Cit. Pgs 12 y 13

⁶³ TUSTIN, A.: "Realimentación" Pgs 153 a 166 de CARNAP, R & MORGENSTERN, O & WIENER, N & OTROS: *Matemáticas en las Ciencias del Comportamiento*. Opusc. Cit. - Pg 156

⁶⁴ SANVISENS, A: *Cibernética y Comunicación*. Opusc. Cit. - Pg. 50

⁶⁵ GUILLAUMAUD, J: *Cibernética y lógica dialéctica* Opusc. Cit. Pg. 78

retroacción positiva se realiza limitadamente por actuación inmediata de un proceso secundario de retroacción negativa que equilibra de nuevo el sistema, o efímeramente, con lo que provoca la destrucción del Sistema al salirse de toda medida óptima de pervivencia:

“Por esto la retroacción positiva en el mundo se integra en el cuadro de la retroacción negativa o no existe mas que bajo formas fugaces⁶⁶.”

Mi opinión no es tan radicalizada como la de J. Guillaumaud en el sentido de que la fugacidad de la retroacción positiva no supone merma de su importancia. Al contrario, muchos de los procesos estudiados en las Ciencias Humano-Sociales - recuérdese por ejemplo el cambio social, las revoluciones, las transformaciones radicales del orden establecido... etc.— pueden ser explicados a partir de modelos con circuitos activos de tipo *Feedbefore*. Como se comprenderá la afirmación anterior supone tanto como decir que los modelos Cibernéticos poseen capacidad de explicar el comportamiento dialectico de la Historia. Así siendo el comportamiento que se espera del Sistema la Tesis, las antitesis vendría dada por las desviaciones de éste respecto de las acciones encomendadas. En esta situación en cuanto se diesen unos procesos de retroacción negativa se daría un esquema (síntesis) de búsqueda de objetivos; en cambio si en la misma situación concurren fenómenos de retroacción positiva se producirá una ruptura sistémica con la posibilidad de estructuración de un nuevo Sistema, en donde acto seguido, se iniciaría un proceso idéntico dependiendo en todo caso su regulación o transformación, del tipo de retroacción por la que se viese afectado.

Gracias entonces a los procesos de *Feedbefore*, la Cibernética posibilita unas bases explicativas del cambio en los Sistemas, lo cual sin duda alguna es de gran interés en el estudio de los fenómenos socio humanos. En resumen y como diría Sanvisens⁶⁷, los Sistemas Cibernéticos pueden poseer un dispositivo de retroacción o de reactivación que realizan respectivamente la operación de frenado o de activación del Sistema.

⁶⁶ Ibidem. - Pg 78

⁶⁷ SANVISENS, A.: *Cibernética y Comunicación*. - Opusc. cit. Pág. 49. Ver también sobre los tipos de retroacción:

YOUNG, J.F.: *La Cibernética*. - Opusc. Cit. Pgs 82 y sig.

3.2.— INFORMACION Y ENTROPIA

3.2.1.—*La Información como medida del Orden*

Un Sistema Cibernético es un Sistema de Información en la medida que posee entradas y salidas de Información⁶⁸

Se entiende por Información el “contenido de lo que es objeto de intercambio con el mundo externo”⁶⁹ o como afirma N. Wiener:

“entnem per informació el contingut del que es intercanvia amb el nom exterior sempre que ens hi ajustem i fem que s'ajusti a nosaltres”⁷⁰

Es exactamente este proceso de recibir y utilizar informaciones del exterior, lo que posibilita —tras las retroacciones correspondientes, la adaptación del Sistema a las contingencias de nuestro medio ambiente. Si no existiese este proceso de recepción de información, el Sistema no sería Cibernético pues estaría cerrado respecto al medio.

Desde esta perspectiva de Sistema Abierto con autogestión del Control, puede decirse que toda Información se basa siempre en otras anteriores, incluso si se almacenase la Información hasta que otra nueva Información desencadenase un efecto, dicho efecto no sería fruto de la última Información sino de todas las precedentes aunque estuviesen almacenadas⁷¹.

La Comunicación es el fenómeno de transmisión o transferencia de Información. De ahí que L. Couffignal⁷² defina la Información a partir del sustento que sirve de base para la comunicación y de la semántica o significado de la información transmitida o comunicada a través del sustento (la estructura de un sustento conforma siempre un lenguaje). Información sería entonces el conjunto formado por un soporte y una semántica.

La Información tiene por objetivo aumentar nuestro conocimiento. En consecuencia una fuente de Información es un dispositivo del cual emanan contenidos

⁶⁸ En la terminología de Greniewski un Sistema de información sería un sistema relativamente aislado y que fuese simultáneamente un sistema informado y un sistema informante.— Ver de este autor: *Cibernética sin Matemáticas*.— Opusc. Cit.— pág. 25 y 26.

⁶⁹ MARTINEZ MATA, M.: *Cibernética y educación en la sociedad*. Tesis de Licenciatura-Dpto. de Pedagogía. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Barcelona. Director: Dr. A. Sanvisens. Barcelona 1973, pág. 49.

⁷⁰ WIENER, N.: *Cibernética i Societat*.— Opusc. Cit.— 30

⁷¹ LE LIONNAIS, F.: *Bases y líneas de fuerza de la Cibernética en DIOGENES* nº 9, Marzo 1955.— Pgs 69 a 107. Pg 80

⁷² COUFFIGNAL, L.: *La Cibernética*.— Opusc. Cit.— Pg. 40

Ver también en COUFFIGNAL, L. & OTROS: *La Cibernética en la Enseñanza*. Opusc. Cit. Pg. 40.

no precedibles por nosotros y por tanto desconocidos. La Información supone pues aclaración de algo que no sabíamos bajo la forma de ganancia de conocimientos u ordenación de los mismos; de ahí la deducción de que a mas información mas organización podremos inculcar en un Sistema. Es en este sentido en que la Información puede considerarse una medida del orden⁷³. Ordenar significa catalogar, sistematizar, reducir las variables: la Información al ordenar impide la variedad; por eso es posible la autoregulación del Sistema, porque la reducción de la variedad posible, es ya en si una técnica de regulación. Por otra parte y en consecuencia, desde el momento en que el Sistema gracias a la Información aumenta en orden y en organización, se hace mas predecible ya que las posibilidades de variación se han reducido al mínimo.

La Comunicación de Información se realiza de la siguiente forma: La fuente de Información envía al transmisor un conjunto de mensajes (contenidos de Información). El transmisor convierte este mensaje en señales (Codificación) que son enviadas hasta el receptor a través del soporte o canal de comunicación. Por su parte el Receptor es un transmisor que actua en sentido contrario ya que vuelve a convertir las señales transmitidas en mensaje (decodificación). Un mensaje es una serie ordenada de señales que contienen información (de estas señales transmisoras de información se dirá que forman un Código). El mensaje puede ser alterado por la superposición de señales extrañas al mismo. Estas señales que dificultan la recepción de la Información reciben el nombre de "Ruido". El ruido está formado pues por elementos que interrieren el proceso de comunicación de Información.

El estudio de estos aspectos solamente aquí insinuados se integran en la Teoría de la Información o de la Comunicación⁷⁴. Se interesa especialmente por temas tales como, la cantidad de información, la capacidad del canal de comunicación, de los procesos de codificación necesarios para convertir los mensajes de la fuente de Información en señales, así como de los efectos producidos por el ruido.

Hoy día y a partir de la obra de Shannon y Weaver "*La Teoría Matemática de la Comunicación*", los estudios sobre la Información han alcanzado un alto grado de formalización y de expresión a nivel cuantitativo. Los problemas con que dicha teoría se ha tenido que enfrentar son según opinión de uno de sus creado-

⁷³ VARIOS: *El Concepto de Información en la Ciencia Contemporánea Siglo XXI*, Edit. México 1966. - Opusc. Cit. Pg. 20.-

Ver también:

CROSON, F. & SAYRE, K.: *Filosofía y Cibernética*. F.C.E. México 1971. Pg. 50

⁷⁴ Véase: SINGH, J: *Teoría de la Información del Lenguaje y del la Cibernética*, Abauza Univ. nº 29, Madrid 1972, 354 pgs. Interesa sobre todo pgs 24 a 85 en donde analiza el concepto de información, el flujo de la misma a través de canales discretos, la Teoría de la Codificación así como la precisión en la Transmisión y la redundancia.

GEORGE, F.H.: *Cibernética y Biología* Edit Alhambra. Madrid 1968. VII+152 págs. Sobre todo pags 23 y sigs.

VARIOS: *El concepto de Información en la Ciencia Contemporánea*. Op. Cit. Interesa sobre todo el trabajo de L. Conflignal "*Información y Teoría de la Información*". Pg 243 a 260

res⁷⁵, de tipo Técnico, Semántico y de "Influencia". Los problemas de tipo "Técnico" afectan principalmente a la fidelidad con que la Información puede ser transmitida desde el emisor hasta el receptor; los problemas "Semánticos" se refieren a la interpretación del significado por el receptor, comparado con el significado que el emisor quiso dar a su mensaje. Por su parte los problemas de "Influencia" o de efectividad, radican en la medida en que el significado transmitido al receptor no consiga la conducta que se desea cumplimente.

La teoría de la Comunicación se basta para resolver estos problemas y desarrollar unos artefactos (en el campo de la Ingeniería) eminentemente precisos que resuelven y elaboran sinnumero de aspectos en los mas diversos campos de la industria y de la empresa. La base de su eficacia se halla en su desarrollo formalizado determinado a partir del concepto de "cantidad de Información", principal novedad de la obra de C. Shannon y W. Weaver, iniciadora por otra parte del tema.

Hablar de Cantidad de Información implica la posibilidad de medición de la misma. Buckley⁷⁶ explica la Medida de Información afirmando "que es el promedio que depende del supuesto de largas recurrencias de mensajes de manera que tales mensajes se aproximan a una estable distribución de frecuencias a medida que las secuencias de aproximan a la longitud infinita". Con ello quiere indicar que la Información de un mensaje es igual al logaritmo de base dos del número de posibilidades de aparición de dicho mensaje. De donde siendo "n" el número de posibilidades tendremos

$$I = \text{Log}_2 n$$

O sea, que se mide el contenido informativo de un mensaje dentro de cualquier conjunto de mensajes, por el logaritmo de su probabilidad n de aparición: la medida de la información es proporcional al logaritmo de su probabilidad.

Esta fórmula se ha utilizado como unidad de información. La unidad de Información se denomina "Bit"; un Bit mide la información que se genera cuando habiendo dos signos probables se elige uno.

"La elección del mensaje formado por un simbolo escogido entre M simbolos o mensajes convencionales requiere un número de relaciones binarias (bits) igual al logaritmo de base 2 de M, o bien, el número de Bits de información del mensaje constituido por un símbolo entre M simbolos convenidos es $H = \text{Log}_2 M$.⁷⁷

⁷⁵ WEAVER, W: *Las Matemáticas de la Comunicación* Pgs 106 a 118 de "Las Matemáticas en las ciencias del comportamiento Opusc. Cit. pgs 106 y 107.

⁷⁶ BUCKLEY: *La Sociología y la Teoría Moderna de Sistemas*. Amorrortu Edit. B. Aires 1970 - Pgs 131 y sig.

⁷⁷ GOPEGI I. J.R.: *La Medida de la Información* en "Revista de Ciencia Aplicada" C.S.I.C. nº 42. Enero-Febrero 1955 Pgs 9 a 12 - Pg 12

Un Bit basta para reducir a la mitad el número de alternativas en tanto estas sean igualmente probables en sus posibilidades de aparición. Un bit posee entonces tal cantidad de Información como la necesaria para reducir nuestra incertidumbre respecto a un problema a la mitad.⁷⁸

3.2.2. Aproximación al significado de Entropía

El concepto de Entropía está relacionado con el de Información en cuanto intenta describir el estado de un Sistema sin Información. Quiero decir con ello que lo contrario a la Información puede denominarse Entropía.

Si la cantidad de Información supone una medida de la organización o del orden de un Sistema, la Entropía es una medida de la desorganización y del desorden del Sistema. Donde exista Información no existirá Entropía y viceversa, cuando exista desorden, desorganización, caos, el Sistema poseerá un estado entrópico.⁷⁹

Si con la Información se hace descender el nivel de Entropía de un Sistema puede decirse que la Información constituye la Entropía negativa, puesto que es generadora de orden: "La entropía de la información es negativa porque implica camino de ordenación partiendo del azar o de la elección".⁸⁰

Tenemos entonces que la Información supone una medida del orden y de la organización. Así diremos que a más información existirá más orden y más organización en el Sistema. Por su parte, la Entropía será una medida del desorden y del caos; por tanto a mayor Entropía se dará en el Sistema, más desorganización y menos caudal de Información. Quiero señalar con ello que una disminución de Entropía siempre es causada por un aumento de Información. En este sentido se dirá que la Información actúa como Entropía Negativa o "Neguentropía" ya que hace disminuir la Entropía.

Al referirme anteriormente a las relaciones entre Información y Entropía he usado expresiones tales como "lo contrario a la Información "puede" denominarse Entropía"; "puede decirse que la Información constituye la Entropía negativa". Ello ha sido debido a que Información y Entropía si bien son dos fenómenos de efectos contradictorios, pertenecen a un diferente contexto. En la práctica realmente se

⁷⁸ Sobre la Teoría Matemática de la Información vease además:

FORD, B.: *Les Principes de la Theorie de l'information* en ATOMES, n° 226, Noviembre 1965, Pgs 310 a 316

GULLAUMAUD, J.: *Cibernética y Lógica Dialéctica*, Opusc. cit. Pag. 104 a 118

SANVISENS, A: *Cibernética y Comunicación*, Opusc. Cit. Pgs 65 a 75

FRANK, H.: *Cibernética un puente entre las Ciencias*, Opusc. Cit.- Pgs 25 y sig.

⁷⁹ Dentro de este contexto se expresaría N. Wiener tal como lo hace en "Cibernética" Opusc. Cit. Pgs 40 y 41. Vease también Pgs 103 y sigs. Ver además:

DI CROQ, A: *Descubrimiento de la Cibernética*, Opusc. Cit. Pags 198 a 205

MARTINEZ MATA, M en *Cibernética y Educación en la Sociedad* Opusc. Cit. Pg 63 demuestra estar también en la línea que pronulgamos.

⁸⁰ SANVISENS, A: *Cibernética y Comunicación*. Opusc. Cit. Pg 79

oponen y el uno supone la disminución del otro. Sin embargo a nivel teórico el concepto de Entropía es fruto de un plano científico diferente.

El concepto de Entropía es propio de la Termodinámica. La segunda de las Leyes que rigen estos tipos de fenómenos y que fueran formuladas por Carnott - Clausius estudia sus efectos centrados en la disminución de la Energía. Este segundo principio de la Termodinámica suele explicarse por lo general a partir del ejemplo denominado "Demonio de Maxwell". El "demonio" se halla en la compuerta existente entre dos compartimentos con capacidad de reconocer las moléculas calientes de dos gases introducidos en el recipiente a diferente temperatura. El demonio actúa dejando pasar a un mismo compartimento (solo en un mismo sentido) a todas las moléculas de alta temperatura. Con el tiempo habrá logrado almacenar (y por tanto separar) en cada uno de los compartimentos las moléculas calientes y las frías. Esta situación es realmente improbable que se lograra sin el listo demonio de Maxwell. En efecto, si introducimos dos gases a diferente temperatura en un recipiente las moléculas de ambos se entremezclarán pudiéndose afirmar que nunca por ellas mismas las moléculas tomarían una distribución tan ordenada como la lograda por el personaje de Maxwell. Sin embargo "el demonio" es capaz de hacerlo ¿Por qué?. Simplemente porque "conoce" a las moléculas y por tanto las distingue fácilmente; separarlas es entonces un simple juego de niños. Ahora bien si las conoce es porque tiene información sobre ellas y claro está con información le es fácil ordenar las moléculas (Fíjese tal como se afirmó, que la Información produce orden).

Por otra parte si el demonio no actuase, el gas caliente y el gas frío entremezclarían sus moléculas hasta lograr una temperatura igual a la media de sus temperaturas respectivas. Esta sería la situación más probable en contra a la originada por "el demonio" que sería sin género de dudas la más improbable. Pues bien, cuando se da la situación probable de mezcla de ambos gases alcanzando una temperatura media, se afirma que se hallan en una situación entrópica.

La fenomenología concurrente en el ejemplo reseñado se halla totalmente de acuerdo con lo que ya habíamos señalado. Me refiero a la afirmación asentada de que la entropía supone desorden (Recuérdese que el estado probable de las moléculas de ambos gases sería el de estar mezcladas unas con otras; solo se ordenan a partir de la información que posee el personaje de Maxwell).

En resumen se darán las siguientes situaciones:

ENTROPIA: Situación desordenada pero probable

INFORMACION: Situación ordenada pero improbable.

La Información supone pues la anulación de la Entropía. Gracias a esta característica puede medirse la cantidad de información a partir de la cantidad de Entropía perdida. Sólo en este sentido, se afirma que la Información es igual a la Neguentropía, aunque de hecho la una es la causa de la otra, puesto que es gracias a la Información que surge la Entropía Negativa. La Neguentropía es

perdida de probabilidad; lo que ocurre empero es que su valor es idéntico al de la Información que ha posibilitado dicha pérdida. Puede decirse entonces que toda Información se acompaña de un gasto de Entropía igual a la cantidad de Información utilizada. Con ello significamos que el valor de la Entropía es idéntico al de la Información ($I_2 N$) pero con signo contrario.

El tema de la Entropía no concluye aquí. Es necesario profundizar un poco mas para extraer una consecuencia que será de gran interés para este trabajo.

Cuando no actuaba el demonio de Maxwell los gases tendían a juntarse. Esto significaba una estabilización de su temperatura y de sus posiciones. Quiere decir esto que la Entropía procura la tendencia hacia el equilibrio absoluto o sea hacia la inactividad: La entropía en consecuencia proporciona la estabilidad del Sistema y la inactividad energética:

“El crecimiento de la Entropía de un Sistema macroscópico significa que este Sistema se aproxima aun mas al estado de equilibrio... que es la mismo tiempo el estado más probable.”⁸¹

El estudio de la Información nos ha llevado al concepto de Entropía, esencial para comprender no solo la situación de los Sistemas Cibernéticos sino sobre todo para poseer conocimiento de las consecuencias que conlleva todo proceso de Información⁸². Una caracterización esquemática de ambos conceptos —generalmente difíciles de diferenciar por las aparentes contradicciones de sus efectos— nos llevaría a afirmar lo siguiente:

INFORMACION sinónimo de: ORDEN

ORGANIZACION

IMPROBABILIDAD

INESTABILIDAD

ACTIVIDAD ENERGETICA

ENTROPIA sinónimo de: DESORDEN

DESORGANIZACION (CAOS)

PROBABILIDAD

ESTABILIDAD

PARALIZACION ENERGETICA.

⁸¹ KOLMAN, E.: “*Que es la Cibernética*”. Opusc. Cit.— pg. 60

⁸² Diversas formulaciones de la Entropía pueden hallarse en:

ECO, U: *La estructura ausente*. Edit. Lumen.— Barcelona 1972, Pgs 59 y sig.

GUILLAUMAUD, J.: *Cibernética y lógica Dialéctica*.— Opusc. Cit.— Pgs. 124 a 154 principalmente.

SINGH, J: *Teoría de la Información, del lenguaje y de la Cibernética*, Opusc. Cit. Pgs 86 a 96.

LE LIONNAIS, F: *Bases y líneas de Fuerza de la Cibernética*. Opusc. Cit.— Pg. 73 y sig.

BUCKLEY: *La sociología y la teoría moderna de sistemas*. Opusc. Cit. Pgs 131 y sigs.

GOPEGLI, J.R.: *La medida de la Información*.— Opusc. Cit. Pgs 14 y sigs.

DUCROCQ, A: *Descubrimiento de la Cibernética*. Opusc. Cit. Pgs 19 y sigs.

ALDUNATE, A: *Por las fronteras de la Cibernética*. Opusc. Cit.— Pgs 10 y sigs. y pgs 223 y sigs.

3.3. CONSECUENCIAS PARA LOS ESTUDIOS EDUCATIVOS Y SOCIALES

La situación entrópica en los Sistemas nos lleva a algunas consideraciones de gran importancia para los macrosistemas. Exactamente para el universo en general y con él para los Sistemas Sociales y Educativos objeto de estudio de las nuevas formulaciones en el campo de las Ciencias Humano-Sociales.

N. Wiener ya se preocupó de estas cuestiones en las primeras páginas de "*Cibernética y Sociedad*"⁸³ demostrando incluso como la Ciencia Física hoy en día se fundamenta en la visión entrópica del Universo. Así en el concepto de Ciencia Clásica formulada por Newton se concebía un Universo organizado y regulado; en cambio a partir de la obra de Gibbs, la actual Física postula un Universo, donde el caos es mas probable que el orden.

Si no existiese Información la situación entrópica del Universo acabaría con él. Piensese que Entropía es sinónimo de estabilización, de identidad y de desorganización, con lo que, sin información, iniciaría el regreso a un nivel "o" de movilidad y de paralización. La Información como fuente de organización y sobre todo de diferenciación funcional, supone retardar la muerte del Universo, al actuar neguentrópicamente. De todas formas, la tendencia natural de cualquier Sistema es dirigirse hacia una situación entrópica, de desaparición, con lo que la Información, supone no solo la retardación de la muerte sistémica sino la constante activación de las organizaciones.

Las Sociedades en cuanto estudiadas como Sistemas al igual que cualquier complejo Humano-Social como la Educación están sometidas igualmente a los procesos de degeneración entrópica y de reactivación informativa. Aplicando los esquemas anteriormente vistos y teniendo en cuenta por una parte la posibilidad cuantitativa que poseen los fenómenos Informativos y entrópicos y los avances que a nivel empírico-positivo realizan las Ciencias Humanas-Sociales, la fenomenología cibernética estudiada en los sistemas humanos, se nos presenta como un lenguaje válido para una formalización de las Ciencias Humanas y para una codificación metodológica que sin lugar a dudas ofrece perspectivas de innovación y de ampliación que colocarían a este tipo de conocimientos mas de acuerdo con el momento científico actual.

Refiriéndonos a la Educación diremos que si ésta pretendiese una perpetuación de la Cultura como único objetivo, su funcionalidad dentro del Sistema Social sería eminentemente entrópica. Sin embargo la Educación no solo pretende sino que favorece la creación de núcleos de investigación que actúan como fuentes de información y por tanto con capacidad innovadora y vivificante. Por otra parte, la posibilidad formativa que la Educación posee a nivel crítico implica crear en los sujetos educados fuentes originadoras de nuevas posibilidades sociales. La educación ha de poseer entre sus objetivos la consecución constante de ambientes sociales

⁸³ Véase pag. 22 y sigs. de la edición citada ya en otras ocasiones.

neguentrónicos: esto significa que la formación que toda Pedagogía debe patrocinar ha de centrarse en la consecución de un Hombre que posea capacidad de modificar su propio ambiente, creando e innovando formas de vida mas perfeccionadas y actualizadas. Al mismo tiempo, necesitará estar mas preparado ya que todo progreso, toda innovación, todo cambio, supone la estabilización de un nuevo orden y el foco originario de nuevos procesos entrópicos. La misión entonces de la Educación debe centrarse no solo en la capacidad crítica del hombre para lograr el cambio, sino en la preparación constante que éste debe poseer para superar todos los procesos consecuentes a la innovación.

“El progres ens obre horizons nous, pero ens posa tambe noves traves. Sembla com si el progres i la nostra lluita contra l'augment de l'entropia ens hagues de portar necessariament a la catastrophe, de la qual per tots els mitjans tractem de fugir.”⁸⁴

4. UNA NUEVA PERSPECTIVA: LA CIBERNÉTICA COMO METODO

4.1.- *Los Estudios Cibernéticos*

La Cibernética a partir de los mecanismos de autogestión de control, de la Comunicación de Información y de sus consecuencias —acción y comportamiento cibernético— pretende establecerse como Ciencia de la Relación. Su aplicación se centra especialmente en tres campos: Biocibernética, Relaciones Humanas y Cibernética Técnica o de aplicación en Ingeniería.

La posibilidad de estudiar cibernéticamente una área del saber humano, estriba en que esta posea una fenomenología y un comportamiento que se adecue a los descritos aquí como cibernéticos. Con el sentir delimitativo y estanco existente a la hora de redefinir el marco de cada una de las Ciencias esto es de principio bastante difícil, máxime cuando la posibilidad cibernética nace de la posibilidad relacional; de ahí, y como ya se diese cuenta N. Wiener, los estudios cibernéticos se desarrollarán mas facilmente en estas zonas lejanas de los núcleos científicos básicos donde cada una de las Ciencias entra en contacto con las otras. Si la Cibernética estudia la relación con una pretensión integrativa, el estudio cibernético, se aplicará con mayor facilidad en los campos de la interdisciplinidad, o sea en los campos de conocimiento donde entran en contacto, acción y relación dos o mas Ciencias. En este sentido el campo de las Ciencias Humano-Sociales y entre ellas el de la Educación, es privilegiado puesto que la relación entre ellas a la hora de analizar el complejo fenomeno humano-social es evidente. Desde esta perspectiva puede afirmarse que los Estudios Cibernéticos se integran también como metodología y enfoque de las Ciencias Humanas en cuanto por su objetivo concreto —la relación— aspira a formalizarse como método científico de la interdisciplinidad.

⁸⁴ WIENER, N: *Cibernética y Societal*. - Opusc. CII. - Pg. 59.

Dentro de este contexto la Cibernética se nos presenta no ya como una parcela de estudio dentro del complejo marco de la Teoría de Sistemas, con una temática particular y específicamente "cibernética" sino como una formalización que puede adecuar más eficazmente las Ciencias Humano-Sociales a sus propios fines. Bajo el punto de vista de este enfoque que aquí se patrocina, considero que los objetivos del "saber cibernético en cuanto metodología de las Ciencias del Hombre" serían

1.- Construir una Teoría de la Relación que integrase toda posibilidad relacionista entre elementos, organismos, sistemas, procesos... etc de cualquier ciencia.

2.- Producir Modelos y Teorías de dichas relaciones para posibilitar una explicación científica de la operatividad y consecuencias de esta misma operatividad en cada uno de los fenómenos con posibilidad de ser acogidos en la Teoría de la Relación

3.- Producir y simular el conjunto del comportamiento relacional de los fenómenos estudiados.

El primer objetivo se mueve en el plano de la Ciencia o construcción teórica de un saber aplicable a cualquier rama del saber científico. El segundo punto incide en cada una de las Ciencias particulares. Posibilita la aplicación del enfoque o "método" cibernético a los fenómenos de la realidad científica. Los resultados conseguidos a este nivel ampliarían la propia Teoría de la Relación que de todas formas serviría siempre de "paradigma general de aplicación". El tercer objetivo contempla la posibilidad utilitarista y de aplicación de cualquier Ciencia. Con la construcción o simulación de comportamientos se podrían analizar hasta sus últimas consecuencias su fenomenología y posibilitar entonces esquemas de comportamiento y de acción realmente eficaces.

En la actualidad la situación de la Cibernética como tal Ciencia de la Relación (Primer Objetivo) es realmente esperanzadora. Sin llegar a treinta años de su existencia (aparición de "*Cibernética*" de N. Wiener) la Teoría Cibernética se va ampliando y formalizándose plenamente. Las investigaciones a nivel particular de cada ciencia presentan situaciones respecto a enfoques cibernéticos muy dispares. La evolución es agigantada en el área de las Ciencias Biológicas en particular y en general en el campo de las Ciencias experimentales. Por lo que atañe a las Ciencias Humano-Sociales su desarrollo aunque mínimo comienza a ser significativo. Así la Pedagogía (favorecida por tratarse de un saber eminentemente interdisciplinario y relacional), la Economía, la Lingüística y la Teoría de la Organización han logrado aglutinar un cuerpo teórico cibernético realmente interesante. El caso de la Psicología recorre caminos diferentes pues busca desde la perspectiva cibernética interpretaciones fundamentadas de cada día mas en la Fisiología y en la Biología, desarrollándose entonces a la luz de las Ciencias Experimentales, habiendo logrado avances espectaculares en este sentido. La Sociología ha interesado siempre a los Cibernéticos. Ya N. Wiener como hemos expresado con anterioridad dedicó una obra al particular. Sin embargo este interés solo ha producido elucubraciones sobre

las posibilidades cibernéticas de la Sociología, así como de la importancia de las mismas, mas que verdaderos desarrollos y formulaciones sistemáticas. Por lo que respecta a la Política, Historia, Geografía, Antropología... etc. los desarrollos cibernéticos son realmente mínimos y en estado incipiente.

Las diferencias se acentúan mucho más si nos referimos al tercero de los objetivos citados, centrado en la posibilidad de aplicaciones técnico-prácticas fundamentadas en la Cibernética. La simulación de funciones cerebrales a partir de artefactos de Ingeniería ha dado lugar a la Informática⁸⁵ de gran aplicación en la organización de negocios y también en las diversas ramas de la Medicina. Por lo que respecta a las demás Ciencias Humano-Sociales, solo la Pedagogía con el desarrollo de la Tecnología Educativa (máquinas adaptativas de aprendizaje, Sistema C.A.I., etc), la Lingüística con los mecanismos de traducción y tratamiento del lenguaje y la Psicología con la simulación de diversos fenómenos de su competencia han sido las únicas ramas científicas dentro del Sistema Humano-Social que han logrado ciertos desarrollos y que hoy por hoy ofrecen más posibilidades de nuevas consecuciones.

4.2.—El Método Cibernético

La aplicación de las leyes y esquemas de la Cibernética como Teoría de la Relación, usados como paradigma científico para el estudio de una realidad forma la base de lo que denomino Método Cibernético. Esta aplicación supone una forma de pensamiento que Couffignal ha llamado analógica.⁸⁶

Si analogía es toda función común a dos mecanismos, la Analogía Cibernética vendrá dada por la identidad de funciones en dos mecanismos (órganos, sistemas, procesos... etc) de los paradigmas y esquemas cibernéticos. La forma de razonamiento a partir de la analogía supone la aplicación de las propiedades reconocidas en un objeto (aplicación del paradigma cibernético) a otro objeto con el cual el anterior posee ciertas analogías, igualdades o identidades, participando así el segundo objeto de los esquemas cibernéticos del primero.

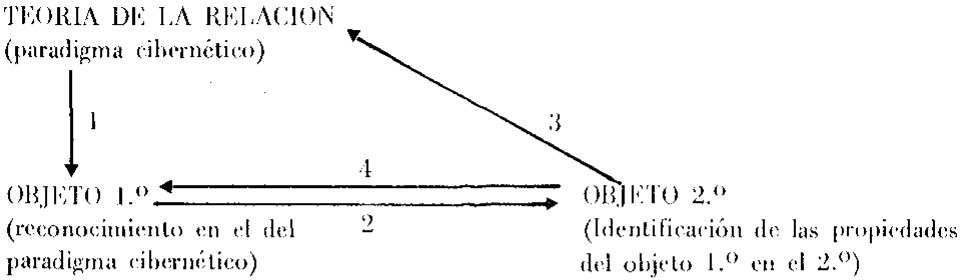
⁸⁵ MATHELOT define a la Informática como "Ciencia del tratamiento de la Información. Véase MATHELOT: La Informática. Redondo, Edit. Barcelona 1970.— Pg. 11.

De una amplísima bibliografía he seleccionado los siguientes títulos introductorios: REVUE INTERNATIONALE DES SCIENCES SOCIALES, n.º 2, 1971. Pgs 177 a 251.— Número monográfico dedicado a la Informática.

ALTA DIRECCION, N.º 35. Enero-Febrero 1971. Pgs. 15 a 105.— Número monográfico dedicado a la Informática.

EUROEQUIP: *Iniciación al Ordenador*. Edit. Técnicos Asociados, Barcelona, 2ª edic. 1970 XII+150 págs.

⁸⁶ COUFFIGNAL, L.: *La Cibernética en la Enseñanza*, Opuse. Cit. pgs. 27 y sigs. Véase también en: *La Cibernética*, Opuse. Cit. Pgs. 61 y sigs.



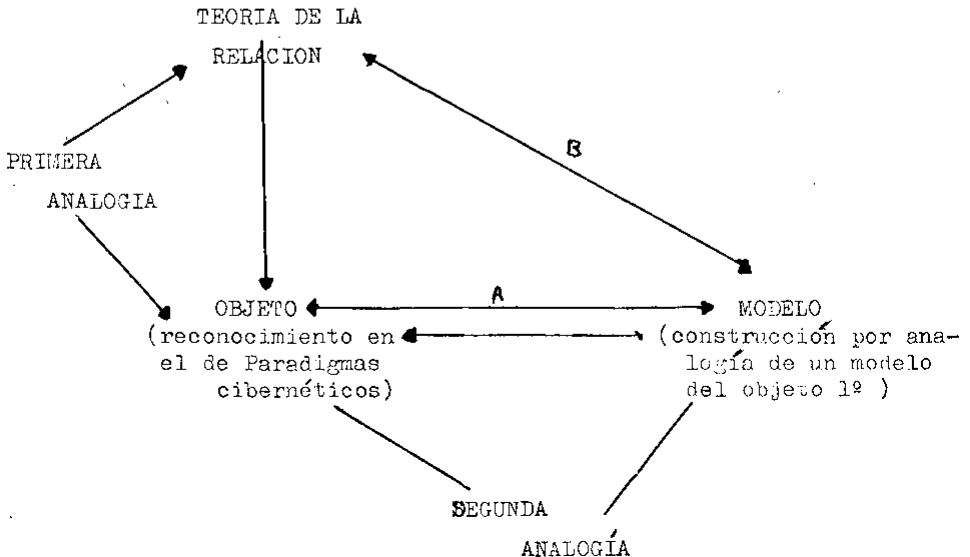
Como se puede comprobar postulo el Método Cibernético basado en la Analogía de diferente forma a como lo hiciera Couffignal. De hecho el razonamiento analógico en la forma de pensamiento cibernético supone implícitamente dos ejercicios de Analogía:

1º.- Identificación en el objeto 1.º de las analogías con el Paradigma Cibernético.

2º.- Identificación en el Objeto 2º de las propiedades paradigmáticas del primero, con lo que se validaría en dicho objeto 2º los paradigmas cibernéticos (representado por el vector 3) y se confirmarían las propiedades del primer objeto (Vector 4).

Las ventajas del razonamiento analógico como aplicación del pensamiento cibernético a las Ciencias Humano-Sociales estriba en la posibilidad que ofrece de construir modelos que puedan verificar las propiedades del objeto simulado, e incluso descubrir otras nuevas que no figuraban en las clasificaciones establecidas en el cuerpo de Teoría Cibernética. De esta forma el Razonamiento Analógico es verdadero método en cuanto son operativamente válidas sus aplicaciones a casos específicos y en cuanto a su vez es "método" que amplía el campo de estudio y el área de investigación de la Ciencia que lo posibilita.

En esquema la utilización de Modelos en el Razonamiento Analógico aplicado al campo de las Ciencias Humano-Sociales, a partir de la Cibernética, sería:



Los vectores "A" y "B" representan las consecuencias determinadas a partir del funcionamiento del Modelo. Así el Modelo confirma las cualidades o propiedades que habíamos atribuido al objeto (vector "A") o el Modelo descubre nuevos aspectos no conocidos en el objeto y por tanto no tenidos en cuenta en la Primera Analogía, con lo cual ayuda a desarrollar nuestro conocimiento sobre el Objeto y ampliar al mismo tiempo el Paradigma Teórico (Vector "B").

5. CONCLUSION: CARACTERÍSTICAS DEL PENSAMIENTO CIBERNETICO

La Conclusión a la que llegamos tras repasar el campo de la Cibernética y postular un método de aplicación de sus principios en el estudio de las Ciencias Humano-Sociales es la posibilidad de caracterizar al Pensamiento Cibernético de la siguiente forma:

- 1.- Su objetivo es clarificar el campo de la Relación
- 2.- Puede lograrlo estudiando los procesos de Autogestión del control, comunicación de información y del comportamiento surgido de las acciones autocontroladoras y comunicativo-informativas.
- 3.- Pretende integrar estos estudios en un cuerpo teórico de conocimientos de la Relación (Integración para una Teoría de la Relación). Con mayor o menor fortuna la Educación, La Psicología, la Sociología, la Lingüística, la Economía, el Derecho, la Medicina van aportando datos que posibilitarán el objetivo propuesto.
- 4.- Posee una concepción sistémica del Universo. Acoge a la realidad como una interdependencia de elementos.
- 5.- Los conocimientos que integra son aplicables a un tipo de Sistemas llamados Cibernéticos por poseer procesos idénticos a los que estudia la Cibernética como Teoría integradora de la Relación.
- 6.- Su finalidad estriba en que toda acción cibernética sea eficaz
- 7.- Pretende que esta eficacia sea aprovechada por el Hombre. Para ello pretende fundamentar la construcción de artefactos que hagan eficaz la acción humana.
- 8.- Su método de investigación y de estudio es el Razonamiento Analógico en el sentido en que queda expuesto
- 9.- El razonamiento Analógico incluye el diseño, construcción y funcionamiento de modelos para
 - a) Ampliar su cuerpo teórico
 - b) Definir científicamente sus estudios específicos
 - c) Favorecer el diseño de mecanismos que luego utilizará el hombre.

Estas características que consideramos propias del Pensamiento Cibernético o de la forma intelectual de tratar la realidad científica bajo premisas "cibernéticas" para así posibilitar unos planteamientos más de acuerdo con los objetivos de las ciencias a que se aplican, tienen validez al menos en el campo de los estudios Humano-Sociales.

Con ello he querido plantear las bases previas y comunes en las que se ha de asentar los desarrollos cibernéticos de las Ciencias Humano-Sociales. Hablar de una Pedagogía Cibernética, de una Psicología o Sociología igualmente Cibernéticas, supone realizar en estas ciencias un tratamiento metodológico como el desarrollado y una forma de aplicación mental como la determinada aquí bajo el epígrafe de "Pensamiento Cibernético".