

# **PROYECTO SYNCO**

---

**PRACTICA CIBERNETICA  
EN EL GOBIERNO**

**STAFFORD BEER**

**DIRECCION INFORMATICA  
CORFO**

STAFFORD BEER

BIBLIOTECA CORFO

1/ Tercera Conferencia Conmemorativa Richard Goodman, leída en el Politécnico de Brighton Moulsecoomb, Brighton, el 14 de febrero de 1973. Título original: "Fanfare for Effective Freedom".

Nota: Stafford Beer ha trabajado en Chile con un grupo actualmente estructurado en la Dirección de Informática de CORFO. Se ha considerado de interés difundir los conceptos vertidos por él en la Conferencia de Brighton, siendo éstos de su exclusiva responsabilidad.

Es esta la primera vez que dicto una conferencia en recuerdo de un hombre a quien conociera personalmente; más aún, de un hombre por quien guardé afecto. Fue un cibernético tenaz; fue el pionero en esa materia aquí en Brighton, pero su nombre al menos se conoció en todo el ambiente de la cibernética. Pero por sobre todo eso --lo que tiene aún más importancia-- fue un hombre que consagró su vida a la humanidad. Quizá no se conozca bien este rasgo suyo, pero yo sí sabía que su interés por la cibernética social era tanto como el que profesaba por los aspectos matemáticos más recónditos de esta ciencia. Sé también perfectamente que se hubiera fascinado con la historia, aún inconclusa, que relataré aquí formalmente por primera vez. Si yo hubiese contado con sus consejos a medida que se desarrollaba este proyecto, posiblemente esta historia fuera mejor. Con todo, espero que sea digna de su memoria.

En noviembre de 1970, el doctor Salvador Allende asumió la Presidencia de la República de Chile. En noviembre de 1971, después de intercambiar algunas cartas, de celebrar una reunión en Londres, y de adelantar algunos estudios para la tarea, llegué a Santiago. Ahí conocí por primera vez al grupo de personas que

se había preparado como núcleo de un equipo de trabajo que a la fecha se ha multiplicado y con quienes aún estoy colaborando, puesto que desde esa época he trajinado las 8.000 millas entre Londres y Santiago a menudo.

El desafío planteado era temible: Cómo emplear la cibernética en la práctica del gobierno nacional? Observarán ustedes que de antemano se había decidido afirmativamente que la cibernética atañe a los problemas de gobierno y de la sociedad.

Cuál era la situación; cuál es ahora? La respuesta, como lo he constatado de muy cerca durante los últimos dieciocho meses, es enormemente complicada. Con rápidas pinceladas les haré un cuadro imperfecto y personal de la situación. Para empezar, más de la mitad de la población total lleva vida de ciudad en la pequeña zona central de este largo y angosto país --región cuyo magnífico clima equilibra perfectamente el Norte árido y el lluvioso Sur. Aquí el pueblo tiene un alto grado de información y su mentalidad es constitucionalista; los hombres son francos y amistosos, las mujeres hermosas y chispeantes. Impera un clima de libertad como pocas veces se encuentra en el mundo, y que en tantas partes cada vez se encuentra menos. Sin embargo, como ustedes seguramente lo saben, Chile está envuelto en un proceso de

transición al socialismo dentro de los marcos constitucionales y legales.

El gobierno anterior había emprendido un proceso de reforma agraria y esa política contaba con el consenso general. Los terratenientes no podrían controlar predios agrícolas de más de ochenta hectáreas --unos 200 acres. Las tierras restantes se repartieron, entregándolas a organizaciones de campesinos, que cuentan con el apoyo de instituciones gubernamentales. En los seis años de aquel gobierno anterior, se ejecutó alrededor de un 20 % del programa. Pero el pueblo estaba impaciente, especialmente en las zonas rurales del Sur, ante una burocracia arraigada profundamente y que se movía con lentitud. Se dieron nuevas formas de expresión a la reforma agraria, y se completó el programa --no siempre sin tropiezos--, durante los primeros dos años de gobierno de la Unidad Popular.

La rapidez de los cambios sin duda ha contribuido a la escasez de alimentos del momento, y no tanto --quizá-- porque los nuevos sistemas sean ineficaces en sí, sino porque los terratenientes que quedan, al verse desplazados por estos sucesos y ante el temor de más cambios, consumen los cereales para semilla en lugar de usarlos para producir más.

También en la industria se han implementado tan rápidamente las políticas del nuevo gobierno de nacionalización y participación obrera, que el control del proceso ha sido, y sigue siendo, extremadamente difícil. La mayoría de los extranjeros que estaban a cargo de empresas que se han expropiado, se han ido del país, y el problema de encontrar hombres que se hagan cargo de ellas ha sido, y sigue siendo, grave. El problema se ha agudizado por la "fuga de cerebros" chilenos; son numerosos los profesionales capacitados que han emigrado del país. No cabe duda de que este proceder estaba implícito en su formación y en sus anhelos; pero el problema de estos profesionales se vio agravado por el pánico psicológico provocado por las campañas de la oposición, fomentando rumores de horrores por venir. En cuanto a la inversión en la industria, como era esperable el proceso en desarrollo ha significado incertidumbre para los capitalistas, que agregado a la nacionalización de los bancos, mecanismo financiero del cual usufructuaban, ha redundado en una baja de la inversión privada.

En el terreno de la política, los problemas del Gobierno han sido, en todo momento, enormes. En la elección presidencial que lo llevó al poder, el doctor Allende obtuvo tan sólo el 36 %

de la votación. En todo momento el Presidente ha debido hacer frente a una Cámara Baja y un Senado que le son hostiles y que obstaculizan cualquier iniciativa del Gobierno mediante la mayoría del 60 % contra 40 % que mantiene la oposición. Por otra parte, el Gobierno está facultado para anular cualquier votación mayoritaria del Congreso, siempre que su propia fuerza alcance por lo menos a un tercio de los votos. Así se origina el impasse; así se explica la tensión por el voto marginal; de ahí la importancia de la elección parlamentaria del mes próximo.

Especialmente cuando hablamos en términos cibernéticos, se reconoce fácilmente que los problemas descritos conforman una situación extremadamente inestable. Y cuando por primera vez yo tuve que ver con ella, sus tendencias económicas explosivas eran perfectamente pronosticables. Se había producido un aumento muy grande y muy repentino del poder de compra del pueblo en general. Los salarios subieron rápidamente, particularmente en el caso de los obreros agrícolas, quienes mejoraron notablemente su nivel relativo en igualdad de condiciones de salarios con respecto a los obreros urbanos. Los beneficios previsionales de los trabajadores con cargas familiares, ya fueran menores de edad, ancianos o incapacitados, aumentaron en forma muy considerable. Era de esperar, entonces,

que los abastecimientos volaran; era evidente que las reservas se esfumarían. Por lo pronto, todo esto estaba claramente entendido, y en mi primera visita uno de los ministros dedicó varias horas a explicarme los riesgos que se estaban incurriendo, así como la firmeza política con la que se aceptaban esos riesgos como costo del progreso social acelerado. El problema estaba en que el Gobierno pudiera frenar la situación con firmeza suficiente en el momento oportuno, es decir, antes que la bomba de tiempo de la inflación explotara en sus manos.

De hecho, el Gobierno no pudo hacerlo y la situación del país es ahora muy precaria. Resultaría frívolo abordar el problema desde el punto de vista de la escasez de alimentos o de las "marchas de cacerolas", por molesto que es el problema alimenticio para la clase media. Más importancia reviste el hecho de que Chile sufre los efectos de un bloqueo económico. Se ha bloqueado el comercio de repuestos, lo que ha dificultado todavía más la marcha de la agricultura, la productividad industrial y el desarrollo del transporte. Se han bloqueado las exportaciones, y aquí me refiero en especial al cobre, del que anteriormente provenían más del 80 % de las divisas extranjeras que recibía el país. Se intenta cerrar los mercados mundiales al cobre chileno, y el precio mundial ha bajado. Por sobre lo demás, se han

bloqueado los créditos foráneos. Y, dado que los recursos naturales de Chile algún día lo transformarán en un país rico cuando esos recursos se manejen bien, cabe pensar que la estrangulación del crédito no es meramente una cuestión económica.

Me parece que el Gobierno no previó el grado de revanchismo con que el mundo rico reaccionaría frente a sus actos, los que, deseo insistir, han sido --hasta ahora-- perfectamente legales. En cualquier caso, no se percibe dentro de la creciente inestabilidad, una verdadera resolución de los intensos conflictos que afectan a la sociedad chilena, y ésta puede que demore mucho. Sin embargo, estimo que éste es principalmente un fenómeno de la cibernética del poderío internacional: Podría decirse que al pueblo chileno no se le ha dado una oportunidad de éxito. A los chilenos se les está aislando sistemáticamente detrás de aquella hermosa cordillera andina, y se encuentran sitiados. Los medios de comunicación de masas tampoco han servido de ayuda, especialmente en el país mismo, donde se ha respetado la libertad de expresión en circunstancias extremadamente difíciles. Dada la posición de clase de los propietarios de muchos de esos medios, la libertad de expresión se aprovecha principalmente para atacar al Gobierno. La que por el prestigio de que goza se copia ampliamente afuera, e inclusive

se la exagera.

Es muy revelador de las buenas intenciones del Gobierno el hecho de que el trabajo que describiré se ha realizado en un ambiente tan evidentemente tumultuoso. Se necesitaban herramientas científicas para abordar los problemas del país, y el Gobierno estaba consciente que su creación demandaría tiempo -- quizá demasiado tiempo. Es posible que así sea. Hasta aquí el Gobierno ha tenido que batirse con las herramientas que han usado sin éxito otros gobiernos. Además ha querido resolver la relación que existe entre la ciencia y el pueblo, y ésta es una labor que debería interesarnos a todos. Hemos entrado en una época en que el mal uso de la ciencia ha creado una sociedad a la que poco le falta para ser una tecnocracia. El lenguaje mismo -- esa jerga deshumanizada -- en que las naciones poderosas hablan de las guerras que hacen, o en que las empresas poderosas hablan sobre las gentes que explotan, francamente me da náuseas.

Soy un científico, pero si me convirtiera en un tecnócrata dejaría de ser un hombre. Sin embargo, ahí estaba yo un año y medio atrás, dedicado a la creación de un método científico de gobierno. Y aquí me tienen hoy, orgulloso de las herramientas que hemos creado. Por qué? Porque creo que la cibernética puede

cumplir esa función mejor que una burocracia y, por último, en forma más humanitaria. Debemos aprender a desterrar la tecnocracia pero sin rechazar a la ciencia, puesto que el buen uso de ésta representa para el mundo su más clara esperanza de gobierno estable. Hay personas en Chile que comparten este punto de vista, y ellos rechazan la tecnocracia con tanta vehemencia como yo. En este sentido, la posición nuestra ha sido ya tergiversada, así como también se ha falseado la labor científica que hemos realizado, equiparándola con otros sistemas de control administrativo que han fracasado. Ambos comentarios pasan por alto la cibernética, que es el tema que nos proponemos analizar aquí, y que es una materia que en los círculos de gobierno en general, prácticamente no se entiende.

#### La cibernética y la libertad

Qué es la cibernética, que un Gobierno no pueda entenderla?

Según la definición original de Wiener hace 25 años, 1/ "la cibernética es la ciencia de la comunicación y el control en el animal y en la máquina." Apuntaba con esa segunda frase, a las leyes de los sistemas complejos que permanecen invariables cuando se transforma su materia. Nada importa que el sistema se materialice

---

1/ Ver lista de referencias, página 79.

en la carne o el metal. Qué es la cibernética para que un gobierno pueda necesitarla? Hoy prefiero definirla como "la ciencia de la organización efectiva". En esta definición señalo las leyes de los sistemas complejos que son invariables, no sólo frente a las transformaciones de su materia, sino también de su contenido. Nada importa que el contenido del sistema sea neurofisiológico, automotor, social o económico.

No estamos argumentando que todos los sistemas complejos sean realmente iguales, ni siquiera que todos sean "análogos" en algún sentido. Lo que sí sostenemos es que hay reglas fundamentales y que su desobediencia conduce a cualquier sistema, sea cual sea su materia o su contenido, a la inestabilidad, la explosión o al fracaso en su aprendizaje, adaptación y evolución, y no por analogía, sino que de hecho.

Mediante la cibernética, intentamos desprender los problemas de estructura organizativa de la ciénaga de los prejuicios estudiándolos en forma científica. Las gentes se preguntan si procede centralizar o descentralizar la economía, y se les contesta con dogmas. Preguntan si la planificación es incompatible con la libertad, y se les responde con doctrinas. Exigen que se ponga término a la burocracia y la confusión, y se les ofrece lo que pretende ser ayuda experta, pero

ésta, a juzgar por los hechos, tiene efectos nulos. Si los dogmas, doctrinas y ayuda experta no producen respuestas eficaces, cuál entonces es el criterio de eficacia que pretende aplicar la cibernética? Mi propia respuesta a esta pregunta es: El criterio de la viabilidad. Cualquiera que sea el elemento que logra que un sistema sea capaz de subsistir, ese elemento es necesario para aquel sistema.

Pero uno podría decir: Aceptamos que es necesario, pero quisiéramos saber si basta por sí solo. Mientras más medito esta observación, menos irrefutable me parece. Pongamos por caso que una sociedad constituida anárquicamente empieza a tambalear y que, apelando a la necesidad, proponemos salvaguardar su supervivencia mediante la imposición de una fuerte autocracia. El crítico podrá decir entonces: Pero por ese camino se va hacia el totalitarismo y a la pérdida de las libertades humanas. Pero no es así si nos atenemos a nuestro criterio de la viabilidad, puesto que aquella sociedad también será inestable y tarde o temprano sobrevendrá una revolución. Siempre ocurre así. Pongamos entonces por caso que, aduciendo una necesidad, alguien dice que en una cierta sociedad represiva se debe echar abajo todas las restricciones. El crítico podrá decir en ese caso: Sobrevendrá el caos y nadie estará seguro. Pero esa situación tampoco aseguraría la supervivencia,

ya que el péndulo oscilaría al extremo opuesto, como siempre sucede. El hecho es que un sistema realmente viable no oscila hasta alcanzar esos extremos porque cada una de las dimensiones que son importantes para su supervivencia, está sujeta a un control homeostático. Entonces, cuando se trata de diseñar sistemas de gobierno, necesitamos comprender las leyes cibernéticas de la homeostasis. Afortunadamente, y principalmente gracias a Ross Ashby 2/, tenemos esta comprensión.

Permítanme explicar esto brevemente. La homeostasis es la tendencia hacia un estado de equilibrio que se presenta en todo sistema complejo. Este estado se produce porque las muchas partes del sistema complejo absorben entre ellas la capacidad que cada una tiene para desequilibrar el conjunto total. Ahora bien, la estabilidad definitiva que puede alcanzar un sistema viable ( aquel estado en que su entropía es la unidad ) es la rigidez, y es lo que denominamos muerte. Si el sistema ha de mantenerse viable, es decir, para que no muera, necesitamos un concepto de equilibrio adicional, que no será fijo sino que tendrá movimiento. Lo que impulsa el movimiento del punto incipientemente estable es la reacción total del sistema frente al cambio ambiental; y este tipo de reajuste es lo que denominamos adaptación. El tercer concepto que necesitamos para

comprender la homeostasis es la idea del límite fisiológico. El sistema viable necesita mantener su punto estable en movimiento, pero no puede permitirle moverse tan lejos o tan rápido que el sistema mismo reviente. Tiene que mantener el grado y ritmo de cambio dentro de una tolerancia que le fija su propia fisiología.

Las revoluciones, violentas y no violentas, hacen explotar las sociedades, porque en forma deliberada desquician el sistema heredado, sobrepasando sus límites fisiológicos. Ocurre entonces que es necesario definir el sistema nuevamente, y la nueva definición tiene que atenerse a los criterios de viabilidad cibernéticos. Es inútil, por lo tanto, que el que pierde sus privilegios se lamenta de su suerte mientras siga empleando un lenguaje que corresponde al sistema que se ha reemplazado. O habla el nuevo lenguaje, o se manda cambiar. Este es el hecho que está polarizando a la sociedad chilena hoy por hoy.

Del mismo modo, es inevitable que aquella sociedad que no pasa por una revolución, violenta o no, siga usando el lenguaje del sistema heredado aun en el caso de que el ritmo de cambios sobrepase su eficacia para discutir los problemas que enfrenta esa sociedad. Quizá sea este hecho el que comienza a polarizar a la sociedad británica actual.

En cualquier caso, el análisis cibernético, del que solamente he intentado darles una muestra, nos capacita para estudiar los problemas de una sociedad determinada en términos de su viabilidad. En general, sólo tengo que expresar lo que sigue respecto de la homeostasis societaria en el decenio de 1970:

- Un homeostato funciona ( y conocemos todas las reglas cibernéticas ) moviendo su punto estable como reacción compleja a los "shocks" que recibe su sistema total.
- Cualquier homeostato demora un plazo limitado en restablecer su nuevo punto estable. Esto se llama "intervalo de relajación" del sistema.
- Hoy en día es característico en las instituciones sociales que el intervalo medio entre shocks es más corto que el intervalo de relajación ( gracias al ritmo de cambio). Eso es porque originalmente se diseñaron las instituciones de manera que aceptaran un intervalo mucho más prolongado entre los shocks.
- De ahí que las instituciones societarias o entran en un estado de oscilación, o se precipitan hacia aquel equilibrio final que llamamos "muerte".

El cibernético esperará que el político adopte una de dos

posiciones básicas frente a estos problemas sistémicos.

La primera de estas posiciones es hacer caso omiso de los hechos cibernéticos, dando por supuesto que las oscilaciones se deben a alguna maldad que se puede hacer desaparecer. La segunda es emprender algún tipo de revolución, con violencia o sin ella, para recrear los instrumentos defectuosos de gobierno. No hace falta que me explaye sobre la polarización, de la que es clave esta perspectiva cibernética a nivel mundial. Pero me parece ver muy claro, como una cuestión de administración científica, que si en estas circunstancias típicas uno se resiste a la violencia, entonces se tendrá que emprender rápidamente una revolución pacífica en el gobierno. Si uno no procede así, entonces no podrá evitar la violencia.

Hay que destacar que fue Chile el país que emprendió el camino recomendado de la revolución pacífica. Pero, como ya lo he sostenido, este proceso ha forzado las facultades homeostáticas internas del país casi al punto de ruptura. Permítanme repetir aquí en términos cibernéticos las causas que ya he mencionado. En primer lugar, la tensión se debe a que su gobierno minoritario se ha visto frustrado en su empeño por reestructurar el sistema de acuerdo con los criterios de la viabilidad. En segundo lugar,

porque a nivel del sistema mundial el experimento chileno se ha enfocado como una oscilación que es preciso hacer desaparecer. En qué acabará todo esto, no lo sé. Sin embargo, entre tanto nos hemos empeñado por redefinir la homeostasis interna.

Yo fui a Chile premunido de un modelo de un sistema viable cualquiera -- pero que era un modelo que entendía a fondo, puesto que llevaba veinte años desarrollándolo, modelándolo, probándolo y aplicándolo en organizaciones de todos los tipos. El libro que trata de él 3/ estaba ya en prensa cuando comenzó esta historia.

Una de las ideas claves que incorpora la teoría general es el principio de la "recursividad". Esto quiere decir que todos los sistemas viables contienen otros sistemas viables, y que están ellos mismos contenidos en sistemas viables mayores. Por lo tanto, si disponemos de un modelo de cualquier sistema viable, éste tendrá que ser recursivo, es decir, sea cual sea el nivel de agregación de donde partamos, el modelo íntegro estará reescrito en cada elemento del modelo original, y así sucesivamente hasta el infinito.

Si elaboramos el modelo de un estado, uno de sus elementos será su sistema económico; si modelamos el sistema económico, uno de sus elementos será un sector industrial; si modelamos ese

sector industrial, uno de sus elementos será una empresa. El modelo propiamente tal es invariable. Veamos entonces qué ocurre si extendemos esta recursividad. Un elemento de la empresa será una planta industrial, un elemento de ésta será uno de sus talleres, una sección será un elemento del taller y un hombre será un elemento de la sección. Y no nos cabe duda de que el hombre es un sistema viable; lo cierto es que el modelo partió del estudio cibernético de la eficaz organización neurofisiológica del hombre.

Un segundo concepto clave fue el de que usando por sí solo el criterio de la viabilidad -- por las razones que expresé más atrás --, se podrían identificar regiones de política normativa en el espacio organizativo total, que representaran puntos de estabilidad homeostática para una supervivencia a largo plazo. Estoy señalando ahora una posibilidad que por fin se abre a la humanidad, de computar un conjunto de estructuras organizativas que calcen con las necesidades de los hombres tal cual son -- porque ellos mismos son sistemas viables independientes con derecho a tener preferencias individuales, a la vez que miembros de una sociedad coherente que, por su parte, goza del derecho a tener una preferencia colectiva. Ahora bien, una de las cuestiones principales que identificamos fue la de la autonomía, o participación ( estas son palabras "contagiosas" ), o quizá la

palabra que busco es libertad, que correspondería a cualquier elemento dentro de cualquier sistema viable. Esto significa que tiene que haber una función computable que determine el grado de centralización que resulta compatible con la eficiencia y la libertad en cada uno de los niveles de recursividad. Así lo pienso ahora. Y esta es una afirmación atrevida. Déjenme darle verosimilitud.

Los sistemas de gobierno y de control administrativo toleran una escala bastante amplia entre la autocracia y la permisibilidad, y siguen siendo viables. En términos cibernéticos, lo que ocurre es que el homeostato del jefe que encaja con el homeostato del pueblo puede estar en "primera" o en "tercera" y funcionar, de todos modos, dentro de los límites fisiológicos. En un sistema autocrático, se le resta flexibilidad al homeostato del pueblo; en un sistema permisivo, se le resta orientación y apoyo. Mientras se enfoquen la opresión y la libertad únicamente como valores normativos, los resultados se determinarán por el interés egoísta. Entonces se produce la polarización y los individuos están dispuestos a luchar hasta morir en pro de una perspectiva que, en uno y otro caso, definitivamente no es viable. Pero si al diseñar los controles de gobierno, levantamos la vista al nivel más alto que es el sistema total, y aplicamos el criterio de la viabilidad para determinar el punto de equilibrio, la

libertad tiene que ser una función computable de la eficacia de cualquier sistema total cuyas metas se conocen.

Así, por ejemplo, cuando la meta aceptada es ganar una batalla, ya se trate de una nación o de una fuerza guerrillera, se acepta el sacrificio de las libertades personales. Pero cuando una sociedad no logra definir sus objetivos, el libertarismo resultante choca con la marea del autoritarismo. Esta es justamente la situación explosiva que enfrenta gran parte del mundo hoy en día, cualquiera sea su color político, y sea cual sea el nivel de recursividad. Aplicando el análisis que hice un poco más atrás, la amenaza es que nuestro mundo deje de ser viable en el futuro próximo. De ahí mi llamado para que se entienda cibernéticamente lo que está ocurriendo. No creo que los acontecimientos tengan un trasfondo genuinamente ético; todo el asunto radica en el Poder.

Por sobre todo, la polaridad entre centralización y descentralización, disfrazándose la una de dictadura y la otra de libertad, es un mito. Aun cuando el equilibrio homeostático no resulte siempre computable, lo cierto es que existe. Para cualquier sistema viable, los polos son ambos absurdos; nuestros propios cuerpos así nos lo dicen. Pese a todo, los gobiernos y las administraciones insisten en el gran debate, beneficiando con ello sólo a los políticos

y a los asesores, quienes tan pronto comprueban que un sistema está en uno de esos estados, le aconsejan cambiarse al otro.

Estos conceptos son fundamentales en el trabajo que les daré a conocer a continuación. Sé que en Chile estoy haciendo mi esfuerzo máximo por la transferencia del poder a las bases. La revolución para lograrla, la hizo el Gobierno, y yo opino que esto es buena cibernética. Pero ocurre que las herramientas científicas nunca se las acepta como herramientas del pueblo; y en todas partes la gente se siente divorciada de la ciencia que es esencialmente suya. Es por eso que estamos estudiando estos asuntos junto con los trabajadores. Es por eso que los sistemas que voy a explicarles a ustedes hasta aquí se han diseñado para que los usen tanto los trabajadores como los ministros de estado. Es por eso que estamos desarrollando sistemas de retroalimentación para que el pueblo se comunique con su gobierno.

El enemigo de todo esto es la imagen de explotación que han llegado a asumir la ciencia altamente desarrollada y la computadora electrónica. Estamos luchando con ese enemigo y su aliado, que es la tecnocracia. Y así es que solamente en Chile es dable encontrar un conocido cantante popular, recitando, "Exigir los

beneficios que nos regala la ciencia," y "Hay que juntar toda la ciencia antes que se acabe la paciencia."

Estoy orgulloso de haber colaborado con Angel Parra en esa canción, que se llama "Letanía para una Computadora y un niño que va a nacer." Contrasten ese título con el titular que encabezó la primera mención pública de este trabajo, que se filtró en un periódico inglés el mes pasado, y se repitió posteriormente en todo el mundo. Decía ese titular: "Chile operado por Computadora". Dios guarde al periodista que lo escribió.

#### El Control en Tiempo Real

Todo lo que hasta aquí he dicho constituye un preámbulo muy necesario para entender correctamente el sistema de control económico que voy a describir, pues de otra manera resultaría una pesadilla. Pero a medida que se entiende la sociedad de otra manera -- reestructurada cibernéticamente, redefinida políticamente, vivida por nuestros hijos en forma distinta -- las pesadillas de hoy pueden transformarse en los sueños de mañana. Eso es cierto en lo que se refiere a todo el desarrollo tecnológico: Sin la reestructuración y redefinición, la pesadilla subsiste, cosa que nos consta sobradamente a los que vivimos en el ambiente contaminado que nos ha legado la revolución industrial.

Este pensamiento se desarrolla a partir de una idea muy clara. Si todo está cambiando muy rápidamente, lo que necesita un Gobierno es información instantánea. Si sus informaciones están obsoletas, entonces sus decisiones serán peor que desacertadas. Les ruego meditar cuidadosamente sobre este punto.

En 1956, el señor Harold Macmillan (quien era entonces Chancellor of the Exchequer 1/ ) se quejó de que la tarea de controlar la economía era como tratar de alcanzar un tren guiándose por la Guía Bradshaw 2/ del año anterior. Era cierto: Las estadísticas vitales de la nación estaban atrasadas en doce meses. Dieciseis años más tarde, el señor Harold Wilson ( en esa época terminaba de ser Primer Ministro y recién había sido elegido Presidente de la Real Sociedad de Estadística ) explicó que las cosas habían mejorado un tanto y que quizá un buen número de rubros de estadísticas vitales se llevaban con sólo seis meses de atraso. Naturalmente son corrientes los atrasos de un orden u otro de magnitud en los gobiernos de todo el mundo. Esto no debe ser, y no tan sólo porque las decisiones que se adoptan no consideran la

---

1/ Equivalente a Ministro de Hacienda

2/ Horario de trenes.

información más reciente. Hay una razón mucho más crucial que conoce la cibernética.

Todos sabemos que los movimientos económicos funcionan por ciclos. De ahí que la información que está fuera de fecha no esté meramente "atrasada", sino que esté claramente incorrecta, ya que viene a representar una tendencia cíclica que ha sido ya sobrepasada sin que este hecho esté reconocido. No habría problema si todos los ciclos fueran parejos en cuanto a periodicidad y amplitud, porque el atraso sería fácil de corregir. El funcionario responsable podría descontar el arrastre temporal y hacer una extrapolación. De hecho es lo que trata de hacer. Observen, por favor, la ilustración N° 1. Al momento de descubrir cualquiera de las dos crisis ahí representadas, esas crisis ya habrán terminado. Pero nosotros entramos en acción sin saber eso y, en consecuencia, cada vez decidimos tomar justamente la acción que no conviene. Este procedimiento es el que provoca la inestabilidad.

Expresando este punto en términos científicos apropiados, diremos que una oscilación inestable ocurrirá precisamente en la frecuencia en relación con la cual los rezagos ocasionan un cambio de fase de  $18^\circ$ . La señal retroalimentadora negativa refuerza el error original en lugar de corregirlo.

Ocurre que el tiempo que demanda la implementación de una nueva política económica gubernamental es más o menos equivalente a la demora en la obtención de datos estadísticos, y por eso es muy posible que el sistema de control se mantenga totalmente fuera de fase.

Para evitar que esta explicación parezca ridículamente ingenua, me permitiré añadir dos razones por las cuales el dilema no es tan evidente como lo he hecho parecer. En primer lugar, ninguna de las dos líneas que he dibujado en la ilustración N° 1 es clara; ambas son borrosas. Es decir, existe en el sistema un tremendo volumen de "ruido", gran parte del cual lo han inyectado aquellos partícipes económicos que esperan beneficiarse de la confusión que han ocasionado. El segundo punto es más difícil. El contralor de un sistema económico no es un servomecanismo simple que tenga una función de transferencia reconocida. Es de por sí un sistema complejo, con arrastres temporales propios, que son distintos de los atrasos de la economía. También puede entrar en oscilación y, según mi experiencia, así ocurre. Hay entonces una probabilidad muy clara de que se produzca un efecto de resonancia entre los dos circuitos. De ser así, la oscilación en el contralor realmente le impondría una nueva oscilación al sistema ya oscilante.

No es de sorprender, entonces, que nadie pueda desenredar todos estos efectos; ni es de sorprender tampoco que no percibamos algo tan simple como lo que presenta la ilustración N° 1. Pero aunque no tengamos una explicación completa, algo podemos hacer. En lugar de resolver el problema, podemos disolverlo. Eliminemos todos los atrasos. Más aún, deberíamos rechazar de plano el solo concepto del tiempo administrativo "cuantizado" arbitrariamente. Así como los atrasos que se producen al dar cuenta del tiempo pasado, sugieren una periodicidad falsa, igual efecto tienen los atrasos que se proyectan hacia adelante al planificar el futuro. Una proyección anticipada de un año, o un plan quinquenal, determina anticipadamente el ciclo de gastos e inversiones, y traiciona el potencial del sistema viable de adaptarse al cambio ambiental. No podemos permitirnos esperar "el próximo examen quinquenal" cuando alguien nos está pisando un pie.

Qué alternativa hay que reemplace a los sistemas que hemos heredado, por los cuales rendimos informes con estadísticas cuantizadas atrasadas sobre hechos ya pasados, y formulamos respuestas cuantizadas atrasadas a los cambios proyectados? A partir de mediados del decenio sesenta la respuesta ha sido y es el control en tiempo real. Contamos con la tecnología para aplicarlo.

Este fue uno de los conceptos fundamentales del plan que trazamos para Chile a fines de 1971. Abandonaríamos la carrera entre la liebre y la tortuga, y lograríamos producir estadísticas oportunas que anularan las demoras producidas en la captación y análisis de estadísticas, en su reemplazo implantaríamos un sistema nervioso en tiempo real en la economía. Olvidaríamos los sistemas de planificación burocrática que se expresan en términos de meses y años, normas y metas, y estableceríamos un sistema de toma de decisiones en adaptación continua que permitiera estirar permanentemente y en cualquier contexto la capacidad de previsión humana hasta donde este insumo de información en tiempo real pudiera llevarla. Por sobre todo, usaríamos nuestra comprensión cibernética del concepto de filtración para utilizar las computadoras convenientemente en su calidad de máquinas cuasi-inteligentes, en lugar de usarlas como gigantescos depósitos de datos muertos. Es mi opinión que este uso que se hace de las computadoras -- considerado independientemente como suele hacerse -- representa el peor desperdicio de una magna invención que haya perpetrado la humanidad. Es igual a buscar los intelectos más brillantes de la época para pedirles que se aprendan de memoria la guía telefónica, encargándoles enseguida el servicio de informes de números en la central telefónica.

Por haber propiciado todas estas políticas en Gran Bretaña y otros lugares durante muchos años antes de ir a Santiago, estaba alerta a las objeciones que podrían surgir. Conocía muy bien la reacción usual a estas ideas de los economistas, de los gerentes de negocios, de los funcionarios públicos, de los ministros, y del "establishment" científico. Permítanme darles una lista de siete objeciones de este tipo y breves respuestas a cada una, puesto que puede que ustedes ya tengan en sus mentes algunas ( aunque confío que no todas ) de estas preocupaciones:

Primera objeción: El jefe quedará inundado con datos.

Respuesta: No es así. Eso es lo que ocurre ahora, como podrá corroborar cualquier administrador a quien se le ponga por delante un archivo de datos computados tan grueso como un diccionario. El propósito es dotar a la computadora de capacidad para reconocer lo que es importante y presentar tan sólo esa pequeña cantidad de información -- como comprobarán ustedes más adelante.

Segunda objeción: La maquinaria administrativa reaccionará en forma desmesurada al recibir señales tan veloces, que podrían no ser representativas.

Respuesta: No es así. Eso es algo que también ocurre ahora, como lo demuestra en forma rudimentaria la ilustración N° 1. Esta

objección no toma en cuenta el conocimiento cibernético sobre la filtración y del amortiguamiento por servo-mecánica.

Tercera objeción: Un sistema tal resultaría demasiado susceptible a los insumos corrompidos.

Respuesta: Nuevamente, no. Los insumos actuales vienen corrompidos y no se les detecta porque son agregaciones y, además, porque el momento en que se pudo identificarlos está pasado. Pueden realizarse toda clase de comprobaciones respecto de insumos en tiempo real para verificar su plausibilidad, si se aplican programas computacionales proyectados hábilmente.

Cuarta objeción: Este tipo de programación computacional "inteligente" se encuentra todavía en la etapa de la ciencia ficción.

Respuesta: Decir esto es no pensar con claridad. La gente realmente no piensa en lo que involucra la cuestión, porque siguen considerando la computadora como una máquina sumadora veloz que sirve para elaborar datos almacenados, en lugar de enfocar la computadora como se debe, o sea, como el motor lógico que concibió Leibnitz originalmente. La computadora puede hacer cualquier cosa que nosotros especifiquemos con precisión; y eso incluye la comprobación de hipótesis mediante el cálculo de probabilidades, como ya lo verán.

Quinta objeción: Aun así, redactar y limpiar de "motes" 1/ esos programas demandaría cientos de años - hombres.

Respuesta: Lo siento, pero no fue así en nuestro proyecto,, gracias a que las personas que intervinieron en él, tanto en Londres como en Santiago, eran programadores de primera y sabían cabalmente lo que hacían. Permítanme ser brutalmente franco al preguntar: Cuántos administradores están conscientes de las investigaciones que se hacen respecto de la eficiencia relativa de los programadores ? Debieran estar totalmente alertas en ese sentido. Los buenos programadores son de diez a veinte veces más eficaces que sus colegas más mediocres, y cuando se trata de una programación cibernética, sólo los mejores entre ellos son capaces de entender siquiera lo que está ocurriendo.

Sexta objeción: Un sistema en tiempo real con insumos "en línea" -- instantáneos? Esto es la época del Hermano Mayor, ya estamos en 1984. 2/

Respuesta: No hay para qué espantarse; más bien exploren el concepto de la autonomía. Diré mucho más al respecto más adelante. Siempre se puede impugnar la tecnología -- es corriente hacerlo. Cuanto más las personas le dan la espalda al problema, gritando "vade retro",

---

1/ En inglés, "debug". Suele traducirse como desparasitar.

2/ Referencia a novela futurista de George Orwell "1984."

peores son las críticas.

Séptima objeción: Sólo en Estados Unidos se dispone de los medios y los conocimientos como para hacer todo esto; dejemos que los americanos se encarguen de la tarea.

Respuesta: " El tema me aburre. "

Nota: Esta objeción se formuló en un comité científico del más alto nivel en este país ( Gran Bretaña). La respuesta que cito, fue del propio presidente del comité, y me sentí aliviado al no encontrarme directamente expuesto a su sarcasmo. Pero si bien su punto de vista no se impuso en esa ocasión, tampoco se impuso el mío.

En Chile, en sólo cuatro meses se logró conectar todos los principales centros industriales con computadoras instaladas en la capital, utilizándose para ello una combinación de líneas de télex y de micro-ondas ( ver ilustración N° 2). Es probable que los puristas señalarán que esto no constituye una verdadera red de teleprocesamiento en tiempo real, y tendrán razón. Sin embargo, hemos aplicado la filosofía del tiempo real y hemos simulado un sistema "en línea". Los programas se han escrito sobre esta base, y si alguien quiere regalarnos gentilmente el equipo de teleprocesamiento, lo pondremos en marcha sin tardanza. ( Ya he mencionado el problema de las divisas extranjeras.) Por el momento, nos vemos en la necesidad

de valernos excesivamente de intermediarios humanos. Pero no pretendo disculparme porque esto sea así. Es un hecho que podemos manejar el insumo diario, y eso es estar muy próximos -- en términos relativos -- al tiempo real; tanto así que en la gestión gubernamental corriente, no puede apreciarse la diferencia.

Esta red de comunicaciones constituye en sí misma una maniobra tecnológica bastante sencilla; pero aun así, ella representa un gran progreso para la cibernética de gobierno. Durante la crisis de octubre de 1972, algunos de los más altos funcionarios del Gobierno chileno tuvieron ocasión para captar en la práctica lo que Wiener sostuvo en teoría tanto tiempo atrás: que las comunicaciones constituyen realmente el control.

Pues bien, saber hoy cuál era el estado de la economía industrial ayer representa un gran avance en comparación con saber cómo era seis meses o un año atrás. Pero lo que pretendíamos era algo más que poner datos al día. Francamente, de poco sirve saber qué ha sucedido ya, aunque se trate de ayer, puesto que ayer mismo es ya historia pura. Ya no hay nada que hacer al respecto. Pero si logramos formarnos una idea aproximada de lo que va a suceder la semana próxima, entonces tenemos por lo menos una "chance" de tomar alguna medida al respecto. Y no cabe duda que saber lo que ha

ocurrido en los días recién pasados es la mejor base para calcular lo que probablemente ocurrirá en los días venideros...

La pregunta es, cómo? Se pueden pedir estadísticas, pero siempre hay que encarar los problemas que mencioné recién (las Objeciones Británicas "fatales") para poder usar esos datos eficazmente. Se puede tener toda la información de ayer, pero hay que ser harto ingenioso para hablar sin equivocarse sobre la próxima semana. El plan inicial de acción, propuesto para un plazo de cuatro meses, y que incluyó la instalación de la red de comunicaciones, también abordó estos problemas y logró vencerlos.

#### El diseño de sistemas y la ingeniería de variedad

Equipos interdisciplinarios de investigación de operaciones se abocaron a la tarea de elaborar modelos ( imperfectos pero eficaces) de todas las principales empresas del área económica social. Estos serían distintos a aquellas matrices de insumo -producto vastas, estáticas, históricas, a las que son tan aficionados muchos planificadores gubernamentales, y que esencialmente están caducas y son no-estocásticas. Lo que buscábamos era conocer los sistemas dinámicos que hacían funcionar a esas empresas, y queríamos poseer ese conocimiento en una forma que resultara fácilmente comprensible a los administradores y a los ministros.

Fue por esto que usamos el tipo de modelo visible y fácil de visualizar que se llama "flujograma cuantificado." Empecemos por la producción. (Un gobierno marxista no tiene ilusiones respecto de los recursos que generan la riqueza.) Si hacemos una lista de las operaciones de producción de la empresa, y de su potencial productivo, podemos trazar un diagrama de flujo de producción en el que las líneas de flujo son proporcionales a los volúmenes de flujo relativos de acuerdo con un tipo de medida que sea conveniente, y en el que las operaciones en sí estén representadas por cajas en los puntos de confluencia, que también se vean según su tamaño relativo, de acuerdo con su potencial de producción. Aquí tenemos un ejemplo en la ilustración N° 3.

Desde luego, si se puede representar en esta forma el flujo de producción, también puede hacerse lo mismo con respecto a cualquier otro tipo de sistema dinámico que interese a una administración, como ser el flujo de dinero o la distribución y movimiento de personal o mercaderías. Y aunque en un principio emprendimos esta tarea en nombre de la investigación de operaciones, guardo la esperanza de que podamos aplicar un enfoque mejor a medida que las personas vayan acostumbrándose a la idea. Es que realmente nos resulta indispensable una investigación objetiva y científica para lograr entender la estructura del sistema y cómo

cuantificarla? Realmente, no. Las personas que mejor entienden cómo funcionan esos sistemas, son aquellas que los hacen funcionar. Nadie necesita tener una colección de títulos académicos para entender la confección de un flujograma cuantificado de la actividad que lo rodea a diario. Es ahí donde confío que estará más adelante el punto de partida de la "participación", de modo que a la larga los conocimientos especializados de investigación operacional, se usen únicamente para enseñar y orientar.

Valiéndonos de este sencillo mecanismo podemos, entonces, marchar hacia las respuestas a las objeciones que despierta el exceso informativo. La cibernética dispone de una medida real de la complejidad, que se llama "variedad". Al idear sistemas en los que se montan homeostatos entre la administración y lo administrado, emprendemos el proceso que he marcado como "ingeniería de variedad". El propio flujograma cuantificado viene a ser un filtro que amortigua la variedad. En primer lugar, puede seleccionar su propio grado de resolución óptica. Por ejemplo, puede exhibir una caja marcada simplemente "producción de acero", o puede exhibir tres cajas que identifiquen tipos de producción de acero, como ser de horno abierto, arco eléctrico o convertidor, o puede mostrar separadamente cada uno de los hornos. Del mismo modo puede

considerar conjuntamente todos los materiales que componen la carga de un horno siderúrgico, o puede considerar cada material aisladamente. La ingeniería de variedad se ocupa de explicar aquella operación que tiene significación para un grupo administrador específico, y el grado de resolución que se elige depende del nivel de recursividad en que se estudia esta operación. En segundo lugar, la representación icónica es otro amortiguador de la variedad, que actúa suprimiendo palabras y datos numéricos; es producto de la psicología gestalt, en la que se confía la transmisión de información a un padrón.

El siguiente amortiguador de variedad que incluye esta representación es el concepto de "capabilidad". La variación en tiempo real en los flujos y producciones reales desaparece en los flujogramas cuantificados icónicos y pasa a referirse más bien a una estimación relativamente estática de "lo que es factible hacer". Se podría pensar que resultaría difícil definir esto, pero en la práctica es bastante fácil hacerlo. La capacidad es un concepto sistémico --cuáles son las producciones que es capaz de generar el sistema total en cada una de sus partes, vistas las limitaciones impuestas a cualquiera de las partes por otras partes? No debe confundirse entonces el término "capabilidad", como lo empleamos aquí, con el término "capacidad", que no es un concepto sistémico porque nuestro término

implica que alguna parte del sistema es capaz teóricamente de hacer algo que podría ser impedido por otras partes. Este amortiguador de la variedad es valioso porque refleja la realidad de todo el sistema en cuestión, y eso tiene un significado para el que recibe la representación icónica.

Sin embargo, con la ayuda de nuevos descubrimientos, podríamos obtener mejores resultados que los que corrientemente están a nuestro alcance. Después de todo, si la capacidad es superior a la capacidad en algunas partes del sistema, tendrá que haber otras partes del sistema (llamadas cuellos de botella) que estén coartando la capacidad activamente. Estos "cuellos de botella" podrían derivarse de capacidades locales bajas, o de restricciones tecnológicas. Por ejemplo, el motor de una laminadora quizá pueda mover los rodillos al doble de la velocidad corriente sin ninguna dificultad si contamos con un lubricante mejor. Son consideraciones como ésta las que definen la potencialidad, que es algo superior a la capacidad. La potencialidad es el rendimiento de que sería capaz un sistema "si sólo se pudiera satisfacer tal o cual condición". Esto no significa que estemos forjando utopías; es que queremos que se hagan inversiones en equipos nuevos para resolver los cuellos de botella, o en investigaciones para superar deficiencias tecnológicas. No es tan

difícil tener los pies firmemente plantados en la tierra y definir la potencialidad de un sistema.

Pero si la potencialidad es mejor que la capacidad, también hay algo que es peor, y eso es la "actualidad". El rendimiento de los sistemas no puede elevarse a su potencialidad si no se hacen inversiones de alguna clase; ni siquiera puede satisfacer su capacidad si la actividad no está perfectamente organizada. Y esto no ocurre nunca. En consecuencia, el rendimiento real (actualidad) queda corto en relación con la capacidad expresada antes. Todavía más, la actualidad expresa la realidad misma que mencioné más atrás, la de las vicisitudes cotidianas de la vida. Fue esta variación continua la que impulsó nuestros pensamientos por el camino del control en tiempo real. De modo que hemos llegado a este punto con tres versiones de lo que es la verdad sistémica: La actualidad, que está en permanente fluctuación; la capacidad que es una variable mucho más estable, y la potencialidad, que es absoluta hasta que se cambia estructuralmente el sistema en sí. Lo que representan las proyecciones icónicas es la capacidad. Por el momento resultaría poco realista hacerlas reflejar la potencialidad; y hacerlas representar la actualidad significaría que bailarían un fandango sin fin ante nuestros ojos. Es así que este amortiguador del potencial es un reductor poderoso pero sensible de

la variedad operacional.

Así sea, en lo que respecta a los flujogramas icónicos. Pero, qué hay de la emisión continua de informes y de los problemas de control en tiempo real? Cualquiera que sea la información que recopilamos, ella circulará vertiginosamente por docenas de circuitos homeostáticos --aquellos circuitos que componen el diseño sistémico total. Esa información es de una muy alta variedad, y el análisis que acabamos de hacer la multiplica por un factor de tres --por lo menos así parece, si queremos medir no sólo la actualidad, sino que la capacidad y la potencialidad también. Pero el auxilio está a la vista. Tanto la capacidad como la potencialidad son medidas relativamente estáticas. Si tomamos su razón matemática, el índice que obtendremos también será relativamente estable. Más aún, esa razón matemática constituirá un amortiguador masivo de la variedad, porque consistirá de un número puro con una variación de entre cero y uno. De ahí que en lugar de tratar de calcular simultáneamente que tenemos una capacidad de 800.000 toneladas y una potencialidad de 1.000.000 toneladas, pensaremos en una razón matemática de 0,8; en tanto que la capacidad de empleo de 110 hombres se contrastará con la potencialidad de empleo de solamente 22 hombres, lo que nos dará una razón matemática de 0,2, y la capacidad de costo de un ítem de

producción fijado en 120 escudos se comparará con una potencialidad de costos de 60 escudos, dando una razón matemática de 0,5. Pues bien, el potencial de una capacidad existente, es un recurso latente que podría liberarse mediante alguna clase de inversión. De ahí que yo denomine la razón matemática entre la capacidad y la potencialidad como Índice de Latencia. Al examinar un nuevo diagrama icónico (ilustración N° 4), podemos ver lo potente que es el amortiguador de la variedad que hemos ideado.

Ya no es necesario tratar de asimilar los números que caracterizan las unidades que medimos. Es ahí donde reside la fuerza de un índice -- es un número puro que fluctúa dentro de un ámbito fijo. Cientos de miles de toneladas; cientos o decenas de hombres; unidades monetarias, ya no hay necesidad de lidiar con ellos. Y si nos atenemos a nuestras ideas sobre los diagramas icónicos, tampoco habrá una verdadera necesidad de usar dígitos. Usando la vista podremos diferenciar muy claramente los niveles representados en el diagrama icónico. Poder expresar que un índice de latencia ha variado de 0,71 a 0,73 podrá satisfacer a un contador, pero para un administrador este hecho no tiene interés. A quién puede importarle? La computadora que funciona detrás de los ojos del administrador emprenderá cualquier proceso discriminatorio que tenga sentido para

que su cerebro juzgue. Tal fue entonces el primer gran ejercicio de ingeniería de variedad que nos propusimos llevar a cabo en Chile, empleando esos primeros modelos de todas las empresas (imperfectos pero eficaces) que se idearon a un nivel de resolución óptica apropiado. Como he indicado, el índice de latencia se refiere exclusivamente a la inversión y, sin duda, volveremos a hablar de él más adelante.

Por el momento, nos cabe ocuparnos de la actualidad, que es la variable en tiempo real en todo el sistema. Una diferencia de latencia entre 0,71 y 0,73 nada significa porque la potencialidad y la capacidad son bastante estáticas; pero una diferencia así en un índice muy variable, podría significar algo muy importante. Podría ser parte de una tendencia. Ya he explicado las vías por las cuales se reciben diariamente en Santiago los datos que representan la actualidad. Se usan para formular una segunda razón matemática, comparando la actualidad ( la cifra recién recibida) con la capacidad ( seleccionada entre los datos de computación que están almacenados). Esta segunda razón es el Índice de Productividad. Está en constante oscilación, destruyendo la variedad que no tiene interés. En el próximo diagrama ( ilustración N° 5), podemos ver como se combinan los tres conceptos de actualidad, capacidad y potencialidad en dos razones matemáticas para conformar los índices de latencia y productividad,

y como éstos, a su vez, producen un Índice de Rendimiento general. La razón para hacer esta representación icónica en lugar de la tradicional anotación matemática, se debe a que las porciones de la razón matemática que constituyen el numerador y el denominador se fijan según sea lo que se mide. Por ejemplo, el potencial es siempre mejor que la actualidad, pero en términos numéricos puede que sea más (por ejemplo, la producción) o menos (por ejemplo, horas-hombre por unidad). Como es lógico, el número más bajo será el numerador de la razón matemática, puesto que el índice será de menos de 1,0.

Los índices permiten reducir la variedad enormemente, pero, con todo, tenemos problemas para atenernos a la Ley de la Variedad Requerida de Ashby cuando se trata de administrar la economía. Los modelos de producción empresarial, para poner un ejemplo, generan en promedio unos diez índices triples por planta. Estos siempre incluyen las materias primas y los stocks de productos elaborados, el rendimiento de los principales procesos de producción, y el ausentismo laboral. Este grado de resolución es adverso, y las administraciones están en completa libertad para establecer todos los indicadores adicionales que quieran. Esto está de acuerdo con el argumento en favor de la autonomía, sin que se produzca sino una

insignificante diferencia en el volumen de trabajo de las computadoras, porque todos los números que están dentro del sistema de computación son series temporales diurnas de índices que varían entre cero y uno. Por lo tanto, la aplicación de los programas puede extenderse infinitamente. Aun así, cuando el sistema está en plena marcha, se reciben muchos miles de insumos de actualidad diariamente, triplicándose la generación de índices, y su número total podría aumentar fácilmente en dos órdenes de magnitud a medida que las administraciones vayan entendiendo el criterio de la autonomía, que se profundice la investigación de operaciones y se haga efectiva la participación de los trabajadores. Es así como llegamos a los conceptos más sutiles de la ingeniería de variedad.

Si un cierto indicador, como ser la tasa de molienda de piedra caliza en una planta de cemento del Norte de Chile, genera un nuevo índice de productividad todos los días, qué es lo que procede hacer? Deberemos acaso poner el último resultado sobre el escritorio del Ministro de Economía todos los días? Desde luego que no. También es preciso filtrar esta variedad. Esto envuelve dos conceptos estadísticos, siendo el primero de ellos muy simple. Una población de esta clase, digamos de cien cifras, genera una distribución probabilística. Puede que esta distribución tenga una conformación

peculiar en lugar de ser rectamente gaussiana; es más, probablemente esté torcida hacia la derecha ( puesto que el índice tiene un límite finito de uno). Es asunto sencillo, sin embargo, corregir esta aberración estadística aplicando una transformación trigonométrica. Luego podremos establecer el promedio y varianza de esta población de índices. Estos dos estadígrafos caracterizan por sí solos el comportamiento estocástico de cada índice con el correr del tiempo. Si enseguida tomamos una muestra continuada de las cifras índices a medida que se computan, es fácil determinar si ha ocurrido algún cambio significativo en el promedio o en la varianza de la población estadística. La población estadística característica de cada uno de los indicadores se conoce por el nombre de índice "taxonómico", porque clasifica cada una de las actividades medidas dentro de cada una de las operaciones efectuadas de acuerdo con su productividad media. Existe un programa de computación standard que sirve para detectar cambios en el índice taxonómico, y si detecta tales cambios, informa del hecho a los administradores interesados, procediéndose a cambiar el diagrama icónico. Todavía más, el historial de este índice se va poniendo al día a medida que pasa el tiempo ( ilustración N° 6). Estos eventos son relativamente infrecuentes, pero el procedimiento descrito absorbe perfectamente la variedad que así se genera.

### Atravesando la barrera del tiempo: CYBERSTRIDE

El problema más difícil, que corresponde al concepto estadístico más sofisticado, es el que tiene relación con la posible tendencia que pueda señalar cada una de las nuevas cifras diarias. Si se pretende, ejercer un control de la economía en tiempo real, el gobierno no puede esperar informarse si se ha registrado algún cambio significativo en un determinado índice taxonómico, por más que este sistema sea desde ya muy preferible al sistema tradicional de cuantizar datos estadísticos de rutina, en que la detección de los cambios significativos depende, primero de la perspicacia y, luego, del criterio de quienquiera se encargue de vigilar los resultados. No, es mucho más que eso: Enfrentamos el problema de traspasar la barrera del tiempo. Es que una cifra de ayer, y el breve ejercicio en que tomó parte, pueden indicarnos lo que ocurrirá mañana o la próxima semana (si no intervenimos)?. Este es el problema de la pronosticación a corto plazo, que es un terreno en el que se ha progresado mucho en años recientes.

Permítanme volver una vez más a los hechos relacionados con el trabajo en Chile. Antes de terminar el año 1971, ya había diseñado una especificación para el programa de computación para manejar los índices taxonómicos que recibían insumos de actualidad a diario, y había pasado a manos del equipo de consultores en investigación de

operaciones que había sido comisionado para escribir los programas en Londres. Estudiábamos entonces el problema de la pronosticación a corto plazo, cuando el equipo de Londres encontró un trabajo novísimo en el Operational Research Quarterly, que acababa de aparecer. Sus autores, Harrison y Stevens evidentemente habían logrado un gran avance en el campo de la pronosticación a corto plazo (4). Hasta entonces nosotros habíamos estado hablando en términos de técnicas Cusum (suma cumulativa), considerándolas las mejores disponibles para nuestro objeto. Las técnicas Cusum estaban asociadas desde ya con el primero de los autores mencionados quien había defendido sus méritos durante muchos años. Es por eso que nos llamó la atención el hecho de que este novedoso desarrollo proviniera de él. La potencia innegable del método (suponiendo que funcionara, naturalmente), y la elegancia de la demostración matemática en que se apoyaba el nuevo enfoque, nos llevaron a arriesgarnos con él. Fue una decisión notable. El equipo de Londres preparó una serie provisoria de programas en que incluyeron el enfoque Harrison-Stevens, y, por increíble que parezca, ya estaban en marcha en Santiago en marzo de 1972, en la fecha fijada para el término de la primera fase de las operaciones que mencioné más atrás. Entre tanto, el equipo procedió a elaborar la versión definitiva, entregándola al

equipo chileno algún tiempo después, de modo que en noviembre de 1972, la serie se encontraba terminada y puesta en marcha por los científicos chilenos. Durante ese lapso y a medida que crecía el sistema, se estaba adquiriendo experiencia en el uso práctico de estas complicadísimas series de programas, que eran cada vez más sofisticadas. Pero aunque estos sucesos han sido de vital importancia, su publicación deberá esperar hasta que los hombres que los hicieron posibles los den a conocer en algún trabajo más técnico que éste.

Esta serie de programas de computación, llamado Cyberstride, es el rasgo esencial del sistema de filtración que logra amortiguar la variedad en la medida requerida, y que traspasa la barrera del tiempo que mencioné más atrás. Insume las cifras de actualidad día a día; comprueba su integridad de diversas maneras; computa los índices triples; adopta juicios estadísticos sobre los índices taxonómicos que he descrito. Después de eso, usando las técnicas Harrison-Stevens, realmente hace gala de destreza.

Cuando se computa un nuevo valor para cualquier índice, el Cyberstride lo observa en el contexto de la historia reciente de ese índice (ilustración N° 7). El punto nuevo podría representar cualquiera de los cuatro resultados, o sea, la ausencia de cambio o una transiente (ni una ni otra interesan al administrador), o un cambio de pendiente

o una función-escalón (ambos de los cuales le interesan mucho). Aplicando la teoría estadística bayesiana, el programa calcula la probabilidad posterior de cada uno de estos cuatro resultados, con respecto a cada índice y por cada día. El programa es increíblemente sensible a estos cambios, reconociéndolos mucho antes de lo que el cerebro humano tardaría en formular un juicio. En términos cibernéticos (y tal como sostuvieran Harrison y Stevens), el sistema es auto-adaptivo; su sensibilidad aumenta cada vez que aumenta la duda, cosa que sucede cada vez que aparece un valor-índice aparentemente fuera de lo corriente. Más aún, en lugar de producir pronósticos consistentes de un solo número (y quién puede predecir el futuro con tanta precisión?), produce una distribución paramétrica conjunta que expresa la duda inherente en toda pronosticación.

De modo que es esto a lo que me refería al hablar de las computadoras como máquinas cuasi-inteligentes. El Cyberstride desecha el enorme componente de variedad que no tiene sentido, porque representa una fluctuación al azar. Simultáneamente está alerta a los cambios significativos, enfocándolos analíticamente, y es capaz de calcular lo que ocurrirá posteriormente basándose en ese análisis. El único problema que tuvimos con el Cyberstride, y éste fue muy grave, fue el de calibrarlo en términos de estas probabilidades

posteriores. De qué grado de sensibilidad debería dotarse a este mecanismo? Es evidente que quizá podría desechar más de lo conveniente o sobre -excitarse por demasiado poco. La sub-rutina de "sintonización" que fija esos límites de excitación, que son tan semejantes a los llamados límites fisiológicos de variación de cualquier homeostato, fue la gran hazaña de los científicos chilenos que trabajaron en el Cyberstride.

La ingeniería de variedad está completa en lo que respecta al nivel más bajo de recursividad que es la empresa misma. Hubiera sido ridículo presentar al Ministro de Economía todo el surtido de índices fluctuantes; incluso, hubiera sido ridículo informarle de los movimientos más significativos de la molienda de piedra caliza en una planta de cemento en el Norte de Chile. Absurdo? Sí, pero también peligrosamente significativo. Estoy seguro que ustedes recuerdan la discusión sobre la autonomía y el exceso de centralización. Lo que sucede en Chile es lo siguiente: Los resultados de la aplicación diaria del Cyberstride a los nuevos insumos que cuantifican los flujogramas icónicos, se retroalimentan directamente a las administraciones interesadas. Ellas son responsables de tomar medidas al recibir las advertencias que generan las máquinas cuasi-inteligentes. El único ser humano que recibe información respecto de este proceso

de computación extraordinariamente complejo es el administrador responsable y, a mi juicio, este hecho reviste una importancia muy considerable.

Ustedes se preguntarán, pero y qué hay de los demás niveles de recursividad? El administrador de la empresa ya está suficientemente bien servido con todo esto --muy bien servido-- puesto que él puede inyectar en la rutina cualquier serie de índices que quiera examinar, y recibirá las advertencias del caso, cuando estén disponibles, pudiendo entre tanto confiar plenamente en que la ausencia de advertencias significa que todas las operaciones o actividades que vigila el Cyberstride, están fluctuando dentro de los límites fisiológicos de la variación al azar. Pero, y qué hay del Comité Sectorial, la rama industrial, y el propio Ministro de Economía? Estos son niveles de recursividad superiores -- cómo se les mantendrá informados?

Aquí viene el golpe de gracia del cibernético en su papel de ingeniero de variedad. Todos los sistemas viables están contenidos en sistemas viables. Este es el principio de la recursividad; el modelo es siempre el mismo. Por lo tanto es fácil ver lo que debe hacerse a continuación. Al nivel sectorial hay que "agregar" las representaciones icónicas, llamadas flujogramas cuantificados; hay que agregarlas nuevamente al nivel de la rama industrial, y

agregarlas, finalmente, al nivel industrial total. Los cuantificadores (actualidades, capacidades y potencialidades) también hay que agregarlos, pero no promediándolos como era la práctica tradicional, sino que en términos de modelos nuevos de investigación operacional (imperfectos pero eficaces) al nivel de recursividad que sea del caso. Así, la información sin elaborar --pero procesada rigurosamente por los índices atómicos y el Cyberstride, que produce excepciones que conoce exclusivamente el administrador responsable -- no pasa por el nivel de recursividad atómico, y constituye materia prima para un nivel de agregación molecular a un nivel superior. Ahí los datos pierden su identidad, fundiéndose (pero no por promediación, sino que por modelación) en nuevos índices moleculares.

Pero a pesar de que estos nuevos índices pierden una gran cantidad de variedad en el proceso de agregación molecular, ellos han adquirido variedad por la sola amalgamación de tantas empresas. ¿Cómo procederemos para manejar esta nueva variedad según lo requerido? Pues veamos. Ella está representada por índices triples, todos los cuales operan entre cero y uno. De este modo, aunque cambia el nivel de recursividad, y aunque el índice atómico se convierte en un índice molecular, la serie de programas Cyberstride sigue invariable. Todo el proceso que he descrito comienza de nuevo.

En esta ocasión, nuevamente, la información excepcional se retroalimenta a su propio nivel de recursividad, sea sectorial, sea de una rama, o sea el del ministro.

Vuelvan conmigo por última vez a la molesta controversia sobre la autonomía. Yo considero todo este proyecto de trabajo como un saludo de clarines a la libertad --pero a la libertad efectiva. Se ha sostenido que el grado de autonomía, y su complemento, el grado de centralización, son ambas funciones computables de la viabilidad. Yo adhiero a esta opinión. Se asegura el grado máximo de autonomía compatible con la organización si se separan los niveles de recursividad, y se defiende, dentro de esos niveles, la independencia de cada uno de los homeostatos, que habiendo sido diseñados individualmente, van ensamblados. Pero resta un problema. Qué ocurre cuando, por un motivo cualquiera, el homeostato apropiado al nivel de recursividad que corresponda, NO FUNCIONA ?

Seguramente son muchas las libertades que se han perdido porque los que tuvieron el poder, temieron que los sistemas subalternos no cumplieran su misión. Y si no es así, esta posibilidad es una buena excusa para la tiranía. Este es un problema clásico intransigente, pero ahora podemos resolverlo fácilmente si conservamos nuestro buen criterio cibernético. Se supone que una unidad autónoma reacciona

a cualquier advertencia de excepción adversa que reciba del Cyberstride. Cuánto tarda en hacerlo y cuánto importa? Las respuestas a ambas preguntas variarán considerablemente. En nuestro trabajo hemos incluido un requisito en la modelación por investigación operacional para evaluar la posible tasa de reacción al cambio, y la relativa importancia de tal cambio para el sistema modelado, considerando cada uno de los indicadores. Cuando la computadora emite un parte de excepción a un administrador cualquiera que sea el nivel de recursividad, ella computa un tiempo de procesamiento aceptable para el mensaje, que es una función del posible tiempo de reacción y de su importancia, y enseguida pone en marcha un cronómetro. Si nuestra máquina cuasi-inteligente comprueba que no se ha subsanado el problema en el plazo fijado, quiebra la autonomía y despacha su advertencia al nivel de recursividad inmediatamente superior (informándole a la vez al administrador responsable de que ha tomado esta medida).

Estas señales especiales son de una clase distinta a las señales administrativas de rutina. Las llamamos "algedónicas". El término significa dolor -y- placer, y fue el trabajo en neuro-cibernética el que me enseñó esta respuesta. Nosotros confiamos en que los órganos de nuestros cuerpos cumplan sus funciones, pero si llegan a fallar recibimos una señal especial, que se transmite por

vías neurales, especialmente adaptadas, hasta entregar la información a nuestra atención consciente. El mecanismo es precautorio. Es evidente que constituye una amenaza a la autonomía, pero, al igual que el ser humano, el ente político no puede correr un riesgo de inacción autonómica. Y recuerden que este procedimiento no es subrepticio. Los factores de atraso se discuten con los administradores responsables, y se les informa si se transmite la señal algeodónica hacia otro nivel. Es bien posible que ellos se sientan aliviados al saber que se ha enviado la señal, si el problema parece escapar de su control.

De esta manera, tal como en el caso del cuerpo vivo, una señal irrumpirá automáticamente para anunciar un dolor particular hasta llegar al nivel donde se pueda atenderlo. ( Ilustración N° 8). Porque si el grupo administrativo que recibe la señal no entra en acción dentro del tiempo de acción que le es propio, la señal seguirá hasta el nivel inmediatamente superior. Es así como la señal consigue que un problema relacionado con aquella chancadora de piedra caliza en la planta de cemento del Norte de Chile llegue a la atención del Consejo Económico del Presidente. Esperamos que esto nunca suceda, pero sería sorprendente que jamás llegaran hasta allí pedidos de auxilio provenientes del nivel sectorial.

### El poder de pronóstico

El sistema de control en tiempo real que he descrito tan someramente tiene por base los siguientes elementos: un modelo cibernético de cualquier sistema viable; un análisis cibernético de los sistemas en tiempo real que sean apropiados a cada nivel de recursividad, así como la representación icónica de los mismos; un diseño que comprenda un gran número de homeostatos en cadena; la instalación de una red nacional de comunicaciones que sea capaz de operar a partir de ahora y diariamente, y que más adelante pueda funcionar en base de un insumo continuado; ingeniería de variedad instalada a través de todo el sistema constituyendo una red de filtración a escala del cerebro humano; y de una serie de programas computacionales Cyberstride que sirvan para monitorear los insumos, los cálculos de índices, la regulación taxonómica, la pronóstico a corto plazo hecha de acuerdo con la teoría bayesiana de las probabilidades, el reportaje autonómico de excepciones, y la retroalimentación algedónica. Todo esto constituye un gran paquete, y este paquete existe. Representa un sistema para la administración "aquí-y-ahora" de la economía. El sistema se basa, no en la información histórica, sino que en la conciencia viva del estado en que se encuentran los asuntos, y de una proyección de esa conciencia sobre el futuro próximo.

Vamos a ponerle a todo el paquete el nombre de sistema AHORA. Pero es evidente, entonces, que también necesitamos un sistema que podamos llamar FUTURO. Y con qué fin hacemos todo esto? Para que un gobierno pueda ser algo más que el manejo de una crisis permanente, es preciso que se proyecte en el futuro. Los programas de política partidista pretenden referirse al tipo de sociedad que el pueblo quiere que exista, y se supone que el gobierno se dedica justamente a lograr ese ideal. Sin embargo, en la práctica las crisis permanentes desplazan a estos compromisos contraídos con el pueblo. Sucede incluso ( me atrevo a decirlo? ) que una vez conquistado el poder, las líneas políticas propuestas al electorado se trastocan. Esto sólo puede significar que el gobierno carece de una planificación normativa realista. Sustenta una teoría política, pero no entiende bien el sistema que maneja. Causa risa decir, por ejemplo, "La teoría está bien, pero los sindicatos ( o los centros financieros, o la banca, o el pueblo mismo) no hacen funcionar la teoría". Los sindicatos, los centros financieros, la banca y el pueblo son todos componentes del sistema total que el gobierno sostiene ser capaz de gobernar.

Valga esto de preámbulo a lo que tengo que decir respecto de la planificación a largo plazo en base de un conocimiento de los sistemas

y de las formas como reaccionan; y lo hago en abierta contradicción a las muchas maneras de pensar que pretenden inventar el futuro simplemente pronosticándolo. Yo tengo una doble objeción a este enfoque. En primer lugar, no creo que podamos predecir el futuro, y ésta es una objeción bastante contundente. A mi modo de ver, el futuro lo conoce sólo Dios, y me parece que la clase de personas que siempre han logrado percibir mejor Sus intenciones son los autores de ciencia ficción. Y ellos generalmente andan muy cerca de la realidad científica. Las personas que manejan la sociedad, que tienen fama de "realistas" y "responsables", resultan ser escandalosamente irresponsables justamente porque están tan alejados de la realidad. Su falta de realismo radica en que se niegan a ver lo que la ciencia hace realmente, y que rehusan pensar a fondo las consecuencias sistémicas de las políticas que patrocinan.

Son estas las razones por las cuales me propuse firmemente entregarle al Gobierno de Chile un instrumento que le sirviera para investigar las consecuencias sistémicas de cursos de acción alternos. Porque es un hecho que existen alternativas que elegir. Cuando lee que el precio de los automóviles ha aumentado 900% en un solo año, cómo reacciona usted? Es éste acaso el resultado inevitable del dogmatismo marxista; es simplemente un resultado que podía esperarse

de la nacionalización de industrias; constituye acaso una medida de la inflación, o qué? A quién se le ocurre que pueda ser el resultado de elegir deliberadamente entre desideratums económicos? Es así como la sociedad de consumo, en que el automóvil es un bien absoluto, consigue lavarnos el cerebro a todos.

La segunda razón por la cual me opongo al enfoque de la pronosticación para la planificación a largo plazo es que da por sentado que hay "un futuro" allá lejos y que nos espera tranquilamente. Pero esto no es efectivo --verdad? -- salvo en la medida en que amenacen estrangularnos otros sistemas más grandes que el nuestro, colocados en un ámbito mayor y a los cuales aceptamos. He sugerido ya que una amenaza así parecería cernirse sobre el experimento chileno. La única libertad real de que gozamos es la de cambiar nuestras estructuras y nuestras políticas, de tal manera que el futuro pueda resultar distinto al futuro que encontraremos si no hacemos esos cambios. Y es en este momento en que la tarea de comprender los sistemas dinámicos resulta vital. En verdad, lo que debemos hacer no es pronosticar, sino experimentar.

No es fácil experimentar con las instituciones sociales y es posible que no se justifique hacerlo. Los científicos emprenden investigaciones sociales usando poblaciones animales, que tratan de

usar como modelos de poblaciones humanas, pero las discrepancias pueden ser muy grandes. Es muy probable que la mejor herramienta experimental con que contamos sea la simulación por computación. De acuerdo con este enfoque, se programa una computadora de modo que represente una situación social dinámica, y a continuación se experimenta con él. Si se pregunta de qué manera podría validarse un modelo de esa naturaleza, se aprende que se puede alimentar el modelo con información histórica, y que sobre esa base debería simular el resultado histórico apropiado. Eso constituye por lo menos un comienzo de una demostración de validez.

Presento el tema de la simulación de sistemas dinámicos de esta manera, llamándola herramienta experimental, porque me parece que hay aún mucha incomprensión al respecto. Si experimentamos usando un modelo, en el que introducimos posibles políticas para obtener posibles resultados, por supuesto que apareceremos haciendo pronósticos. Hay quienes han estado provocando gran incertidumbre pública con algunas predicciones relativas al futuro ecosistémico de nuestro planeta. Personalmente, a mi no me molesta que lo hagan, porque sucede que opino que debería haber gran inquietud pública al respecto. Pero aquí es preciso hacer distinciones metodológicas. En la medida en que estos modelos hacen predicciones, es de vital

importancia que las proyecciones de las variables de insumo se efectúen correctamente. Es ahí donde está la dificultad, porque los especialistas discrepan muy fundamentalmente respecto a las tendencias que se han incorporado en algunos de estos modelos. Por ejemplo, está claro que si se toma como insumo la proposición de que los combustibles fósiles se agotarán en un determinado plazo, entonces las predicciones sobre el ecosistema que incorporen este insumo, se falsearán si el plazo anunciado resulta estar equivocado. Pero supongamos que nuestro objetivo no es hacer predicciones, sino experimentar para descubrir cómo funciona el ecosistema. Este es un asunto diferente. Tendríamos que introducir en el modelo toda una serie de posibles fechas de agotamiento de las reservas de combustibles fósiles, y descubrir en qué forma incidirían en el cuadro total y en qué plazo. Después de hecho ese ejercicio tendríamos una idea bastante aproximada de la política que debería seguirse para investigar nuevas fuentes de energía. Y esa política no sería el fruto de predicciones que podrían estar falseadas, sino que representaría nuestra comprensión de los puntos vulnerables del sistema.

Yo creo que la planificación gubernamental debería basarse en este mismo concepto. Si construimos un modelo dinámico de la economía, concentrando nuestro poder de resolución en aquellas áreas

en que nuestras decisiones parecen ser más inseguras o más temibles, entonces sí aprenderemos como funciona el sistema. La primera tarea es identificar los parámetros cruciales, que no siempre son los que suponemos críticos ( porque los sistemas complejos son altamente inter-activos y reverberantes internamente). En los estudios cibernéticos es bastante característico que los resultados que se obtienen sean contra-intuitivos. Por eso son valiosos. La tarea siguiente es descubrir la mejor manera de manipular esos parámetros, y en esta tarea es posible que sea mejor ir tanteando caminos antes que intervenir directamente (puesto que el quehacer político también es asunto complicado).

Si uno busca entender cómo se comporta un sistema dinámico, lo que importa no es tanto ver los puntos neurálgicos, ni resolver las políticas aparentemente sin solución de aplicar remedios en esos puntos delicados, siendo que todos esos remedios resultan inaceptables para uno u otro sector de la población. Lo que sí importa es cambiar la estructura del sistema de modo de restaurar el equilibrio homeostático, para que así desaparezcan los puntos delicados. En esta tarea entra la ingeniería de variedad, puesto que probablemente se tendrá que rediseñar instituciones, añadir retroalimentaciones informativas, y efectuar cambios calculados de los atrasos que haya

en las diversas tasas de flujo. Es posible que los economistas no reconozcan que esas tres recetas cibernéticas pueden ayudar a solucionar lo que se considera problemas económicos. Pero es que todos nuestros problemas son económicos? Pienso que existe un conjunto más primario de problemas de regulación societaria ( que corresponde resolver al gobierno), que bien pueden tener causas y consecuencias económicas, pero que son intrínsecamente problemas de organización eficaz.

Volviendo entonces a la experiencia chilena, queríamos crear facilidades para una planificación normativa, que fueran apropiadas para todos los niveles de recursividad y que incorporaran la simulación de sistemas dinámicos. Pues bien, la tarea de inventar un nuevo compilador computerizado para servir este propósito excedía la escala de tiempo disponible. Existe un número de compiladores, y nosotros elegimos usar el compilador Dinamo en su versión más reciente (5). Se hizo esta elección en base de su elegancia y su existencia relativamente larga, que implica que se ha logrado ya limpiarla bastante bien de "motes". Esta elección ha sido objeto de críticas, y seguirá siéndolo, porque es justamente el mismo compilador que se utilizó en aquel trabajo que he mencionado, en que se hicieron predicciones sobre el planeta usando insumos que

muchos ecólogos consideran inciertos. A mi modo de ver, eso es lo mismo que culpar al idioma inglés en que está escrito un libro, de la pornografía que éste contenga. Mi defensa del compilador no implica que esté de acuerdo o en desacuerdo con esas predicciones ecológicas, así como mi defensa del idioma inglés tampoco revela qué opinión me merece la pornografía.

Para completar la historia, añadiré que en seguida formamos dos nuevos equipos, el uno en Santiago y el otro en Londres. Estos equipos se organizaron en forma diferente a los dos equipos Cyberstride, sin miembros en común; y esta vez las dos simulaciones funcionaron también en forma distinta a la anterior. En lugar de que miembros del equipo londinense se trasladaran a Santiago llevando series de programas para ponerlos en marcha, como se hizo en el caso del Cyberstride, un integrante del equipo chileno se trasladó a Londres para aprender una destreza cibernética. Aún más, en tanto que todo el procesamiento Cyberstride de datos actuales se hizo en las computadoras instaladas en Santiago, el proceso de simulación se desarrolló durante mucho tiempo en computadoras instaladas en Londres. Es así como se desarrollaron en un comienzo los modelos de sistemas dinámicos para el sistema "de futuros" chileno pero a estas alturas todo el trabajo se está realizando en

Santiago. Hay mucho de novedoso en estos modelos, pero por razones obvias no hablaré de su contenido. Lo que sí vale la pena comentar es el estado de la información que se les alimenta. Como comentaba recién, suele criticarse estos modelos aduciendo que sus insumos merecen dudas. Esto no es de sorprender porque, como también he dicho, la información económica a nivel nacional generalmente está atrasada en más o menos un año. Pero el Cyberstride produce información que es inmediata. Surge entonces una interrogante relativa a la "interfase" entre el sistema de control en tiempo real y el sistema "de futuros". Si se puede usar información que está absolutamente vigente en forma continuada, para así poner al día nuestros modelos del mundo, surge una nueva era para la planificación nacional. Bueno...por lo menos así sucede en el cerebro. En realidad seríamos bastante bobos si eligiéramos entre las alternativas que se nos abren, partiendo del conocimiento de lo que fueron nuestras circunstancias el año pasado.

Una máquina de decisiones: La Sala de Operaciones

Ahora llegamos a la pregunta final: Cómo se "ensambla" todo esto; cómo se entrega toda esta ciencia tan altamente sofisticada a los que cargan el más pesado fardo de responsabilidades? En la mayoría de los países, la función le corresponde al servicio civil. Sus miembros constituyen el último tamiz de filtración. Sin embargo, los informes a los ministros, por responsables que sean, forman una barrera entre el ministro y todos aquellos hechos urgentes que provee el sistema AHORA, así como todos esos experimentos en pronosticación que produce el sistema de FUTURO.

Yo quería que los ministros tuvieran una experiencia directa, una experiencia inmediata, una experiencia experimental. Y lo que es útil para los ministros, también es útil, en otro nivel de recursividad, para los administradores -- ya sea que manejen la economía social, o (en otros niveles de recursividad) empresas, o plantas industriales. Por sobre todo, y siempre que la "participación" tenga un sentido real, no debe excluirse a nadie del proceso sólo porque no domine la terminología, o las matemáticas o los rituales más refinados. Como lo expresé antes, los propios trabajadores deben tener acceso a todo el proceso. Les explicaré lo que quiero decir de dos maneras contrastantes.

La primera vez que le expliqué al Presidente Allende el modelo

cibernético de un sistema viable ( que es una explicación que no he incluido en esta charla), lo dibujé sobre una hoja de papel puesta sobre la mesa entre él y yo. Dibujé para él todo el sistema de homeostatos interconectados, basándome en la versión neurofisiológica del modelo, dado que él es médico. El sistema consiste de cinco niveles jerárquicos y le fui explicando de abajo hacia arriba el primero, el segundo, el tercero y el cuarto. Al llegar al quinto nivel, asumí un gesto teatral para decirle, " Y éste, compañero Presidente, es usted!" Pero el Presidente se me anticipó, y con una ancha sonrisa, dijo, "Por fin -- el Pueblo!".

No me importa qué puntos de vista políticos tengamos unos y otros; esta anécdota contiene un profundo mensaje. A mí me emocionó profundamente y ella ha influido en este trabajo. La segunda percepción especial del problema, proviene de aquella "Letanía" escrita por el cantante folklorista Angel Parra, a quien cité al comienzo de esta charla. Esto es lo que dice su canción:

"Igualdad, digo, Ministro,  
promesero o vendedor.  
Somos todos responsables  
de ese niño que nació."

La sociedad no se puede permitir el error de apartar al pueblo de los procesos de gobierno; ni puede el gobierno permitir que sus procesos se aparten de la ciencia.

Y sigue siendo ésta una cuestión política cuando afirmamos que todos somos hombres? El hecho es que ningún hombre --sea trabajador, sea ministro-- tiene una mayor cantidad de jalea neurológica que otro, aunque marginalmente pueda hacer mejor uso de sus dotes naturales. Hemos visto como a ese hombre -- ministro o trabajador -- se le puede rescatar de morir ahogado en un mar de estadísticas e informes si se aplica la ingeniería de variedad y se usan las computadoras como máquinas cuasi-inteligentes. Pero cómo se hace para introducir la información filtrada en su mente?

La respuesta se encuentra en la Sala de Operaciones. Si ese nombre le recuerda a algunos un cuartel general de guerra, es porque la referencia es totalmente intencionada. Es así porque en la sala de operaciones se exhibe en forma muy gráfica la información en tiempo real para la toma inmediata de decisiones, y porque en la sala de operaciones se presenta con toda claridad una vista sinóptica de toda la batalla, de manera que las facultades humanas de la previsión puedan abarcar el sistema total. Usamos hasta el último pedacito de información científica pertinente al diseñar la sala --conocimientos

neuro-cibernéticos sobre los procesos cerebrales, conocimientos tomados de la psicología aplicada y la psicología de grupos, conocimientos de ergonómica.

La Sala de Operaciones se parece a una escenografía para una película futurista. Pero no se trata de ciencia ficción; consiste de ciencia real. Existe y funciona. Existe y funciona tanto para el trabajador como para el ministro. Aquí la vemos (fotografía N° 1), y también en esta otra vista (fotografía N° 2). En la sala hay siete sillones, porque el grupo creador máximo es de siete. Hay varias pantallas, en las que se proyectan representaciones icónicas informativas, porque estas representaciones son las que mejor maneja el cerebro humano.

La pantalla central --central en el sentido de que las demás se refieren a ella-- es un cuadro del sistema viable (fotografía N° 3). Tiene ocho pies de altura y un ancho de cuatro pies, y se monta de acuerdo con el teorema de la recursividad según cual sea el grupo que ocupe la sala. Las operaciones en estudio se inscriben en los círculos y las cajas cuadradas contienen descripciones icónicas de los niveles índices moleculares actuales correspondientes al triple índice taxonómico de cada elemento. En cada caso la potencialidad está representada por uno de los cuadrados totales; la actualidad la



Fotografía N° 1: La Sala de Operaciones con el Datafeed al frente y los sillones en distintas posiciones.



Fotografía N° 2: Vista panorámica de la Sala de Operaciones.

indica el nivel verde, y el nivel rojo señala la capacidad. Si recuerdan la explicación de las razones matemáticas que inciden, bien pueden ver lo fácil que resulta captar al instante los niveles relativos de productividad y latencia en cada uno de los casos.

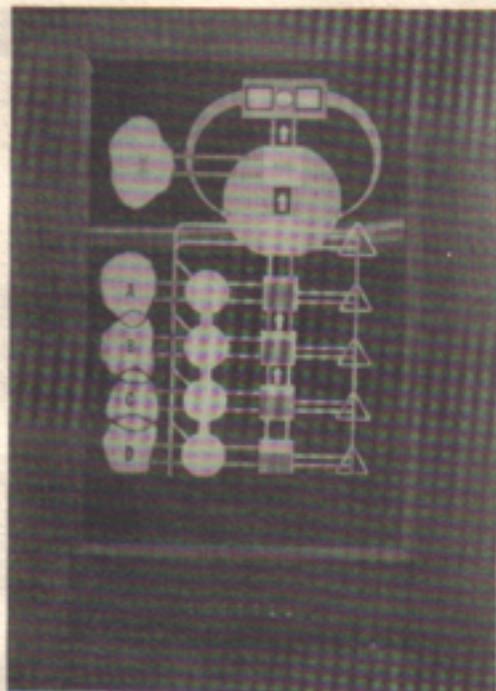
Aquí hay en operación un gran número de homeostatos interconectados, que pueden analizarse a medida que las personas van entendiendo las leyes cibernéticas que rigen su comportamiento. Esto no se aprecia debidamente en una fotografía fija, y la pantalla real es animada. Por lo tanto no se ven flechas, sino que líneas en movimiento. Los científicos suelen suponer que basta marcar una línea con una flecha para que esté claro que el sistema total tachonado de flechas es dinámico. No es así; Las personas interpretan las flechas como indicadores de relaciones de dirección estáticas. Además, los circuitos más críticos funcionan aquí a diferentes velocidades ( que pueden modificarse), permitiéndole al cerebro entender mejor los atrasos relativos que se producen en el sistema.

En el tercio superior del diagrama, se observan tres cajas. La de más abajo controla el sistema AHORA y la caja central controla el sistema FUTURO. La caja superior ( el jefe o "el pueblo"?) supervigila sus interacciones, a las que se invita la atención del

espectador mediante el movimiento constante que hay en el gran círculo amarillo.

Los informes de excepción Cyberstride fluyen por las líneas rojas horizontales, y cuando existe un informe se ilumina una Pantalla de Excepciones, que presenta los detalles. Las señales algedónicas se indican mediante flechas rojas intermitentes sobre el eje vertical ( en la fotografía vemos una señal de este tipo que proviene del elemento del medio), y cualquier actividad algedónica ilumina automáticamente la Pantalla Algedónica.

Aquí ( en la fotografía N° 4) están las dos pantallas que acabo de mencionar. A la izquierda vemos la Pantalla de Excepciones, en la que aparecen dos señales de alerta al Cyberstride, junto con un primer indicio del tipo de advertencia que está recibándose. A la derecha, la Pantalla Algedónica en que se observan señales provenientes de dos niveles de recursividad inferiores y diferentes entre sí, ambas de las cuales consisten de una luz roja intermitente que parpadea a distinta velocidad. Como dije antes, la atención se vuelca sobre estos dos insumos en tiempo real atraída por los indicios que van apareciendo en la pantalla principal descrita anteriormente. Por el momento, desde luego, ambas pantallas se montan manualmente, pero podría efectuarse el montaje alimentando las pantallas con



Fotografía N° 3 : Cuadro del Sistema Viable.



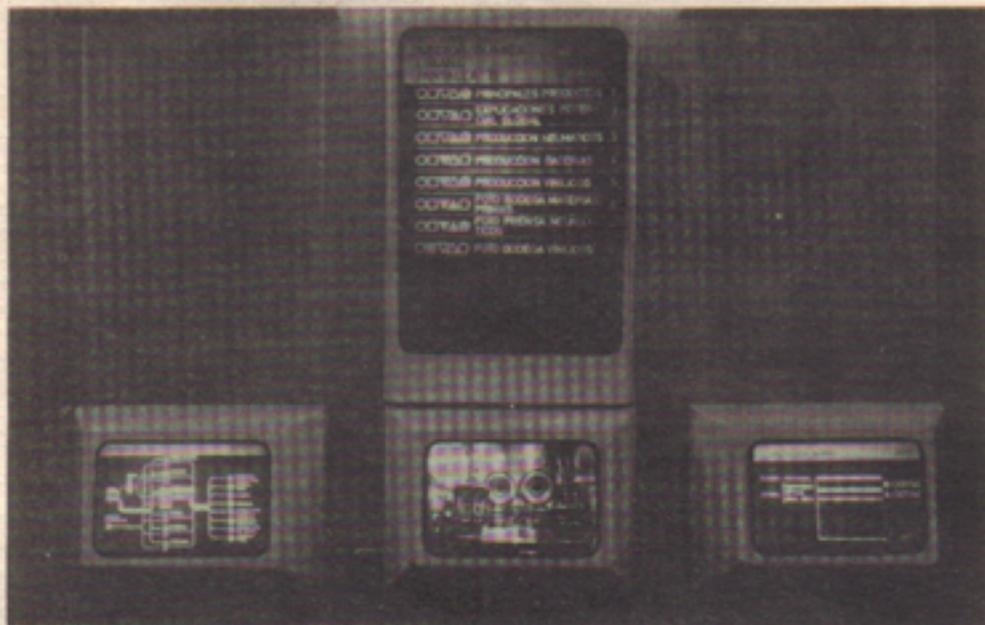
Fotografía N° 4 :  
La Pantalla de excepciones (izquierda)  
La Pantalla algedónica (derecha).

producto electrónico proveniente directamente de la computadora.

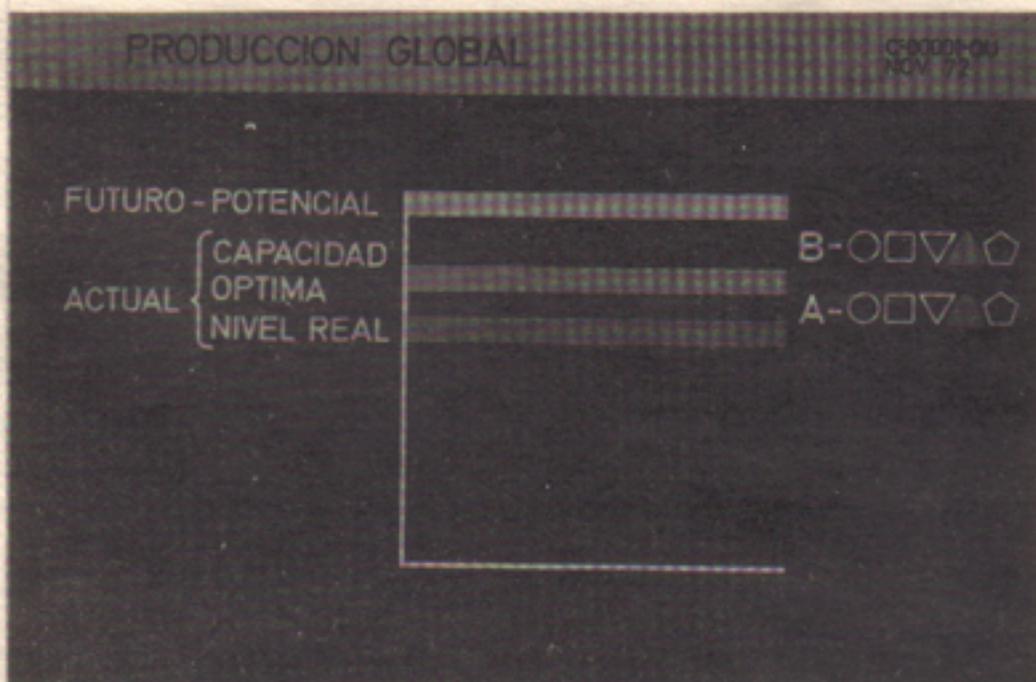
Pero quiero repetir aquí que esto no pasa de ser un simple inconveniente que se origina en la escasez de componentes, y que no constituye una ruptura del sistema cibernético total.

Tal es entonces el insumo en tiempo real que se recibe en la Sala de Operaciones; mecanismos sensorios cubren las tres mil millas de territorio del país y su filtración cuasi-inteligente va reduciendo constantemente una variedad inmensa de informaciones a proporciones humanas. Qué se propone hacer a continuación nuestro equipo de siete pensadores creativos? Pues no hay lugar a equívocos: La Sala de Operaciones es una máquina de toma de decisiones, en la que hombres y equipos actúan como en una relación simbiótica amplificando sus respectivas facultades en una nueva sinergia intelectual intensificada. Los miembros del equipo se ven abocados a discutir y decidir sus actos. Para este fin, necesitan antecedentes y, no es necesario explicar aquí que en la sala no hay archivos, ni bibliotecas de informes, ni actas de sesiones anteriores. En la sala está prohibido el papel. La solución está en las pantallas que ilustran la estructura de los sistemas, que se conocen con el nombre de Datafeed (ver fotografía N° 5).

Como pueden ustedes apreciar, este dispositivo consiste de tres pantallas para datos, más una enorme pantalla índice. Cada una



Fotografía N° 5 : Pantalla Datafeed; que ilustra la estructura de los Sistemas.



Fotografía N° 6 : Vista ampliada de la Pantalla C del Datafeed.

de las pantallas para datos está servida por cinco proyectores giratorios, cada uno de los cuales tiene capacidad para ochenta diapositivos de información icónica. Es así que podemos elegir tres entre un total de mil doscientas presentaciones; una entre cuatrocientas en cada pantalla. Pero es evidente que es imposible enumerar mil doscientos diapositivos en la pantalla índice, pese a que es enorme. Cómo hacemos entonces para extraer lo que necesitamos de nuestra rica alcancía de informaciones? Este es otro problema de ingeniería de variedad: Como seleccionar tres entre mil doscientos. Desde luego, podríamos organizar un catálogo y un tablero decimal. Ese dispositivo tendría la variedad requerida. Sin embargo, la experiencia nos dice que las personas que no han sido adiestradas para ello, rara vez se allanan a manejar esos dispositivos. Al parecer los consideran a la par con la mecanografía y tienden a interponer a una chica entre sus personas y la máquina. En efecto, esta situación ha entorpecido muy seriamente el desarrollo de la computación de conversaciones en línea. En esto estamos frente a un problema ergonómico. Es vitalmente importante que los hombres interactúen directamente con la máquina, y también entre ellos.

En una conversación creadora, los hombres se exaltan; uno toma una hoja de papel y dibuja sobre ella; otro le quita el lápiz y cambia el dibujo, diciendo: "No! No! Es así!" La solución del problema

ergonómico toma nota de todos estos detalles. Se han ideado sillones especiales, con una rotación de 270 grados, y con brazos en que van montados tableros con grandes perillas de colores de distintas formas (claramente visibles en la fotografía N° 1). Golpeando una de tres perillas en la hilera superior del tablero, se elige una pantalla y automáticamente aparece un índice en la pantalla de control. Este índice se cataloga mediante cinco símbolos de color, que se repiten en la segunda hilera de perillas. Al presionar una combinación de perillas apropiadas, el ítem elegido del primer índice aparece en la pantalla de control en forma de un segundo índice, que contiene una lista de diapositivos. Es así como una segunda combinación de golpes de perillas obtiene la presentación requerida.

La ingeniería de variedad dice: Hay  $2^5 = 32$  maneras de combinar cinco perillas; y si esa operación se realiza dos veces, las alternativas disponibles son  $2^{10} = 32 \times 32 = 1.024$ . Esa capacidad de selección es suficiente para manejar 400 diapositivos en cada una de las pantallas, dejando un amplio margen de capacidad para los fines de ingeniería de control. (Cuatro botones producirían solamente  $2^8 = 256$  alternativas.) Una de las dos perillas de la hilera inferior del tablero permite que un miembro de los Siete se apodere del control del Datafeed mediante un solo golpe, en tanto que la otra perilla lo

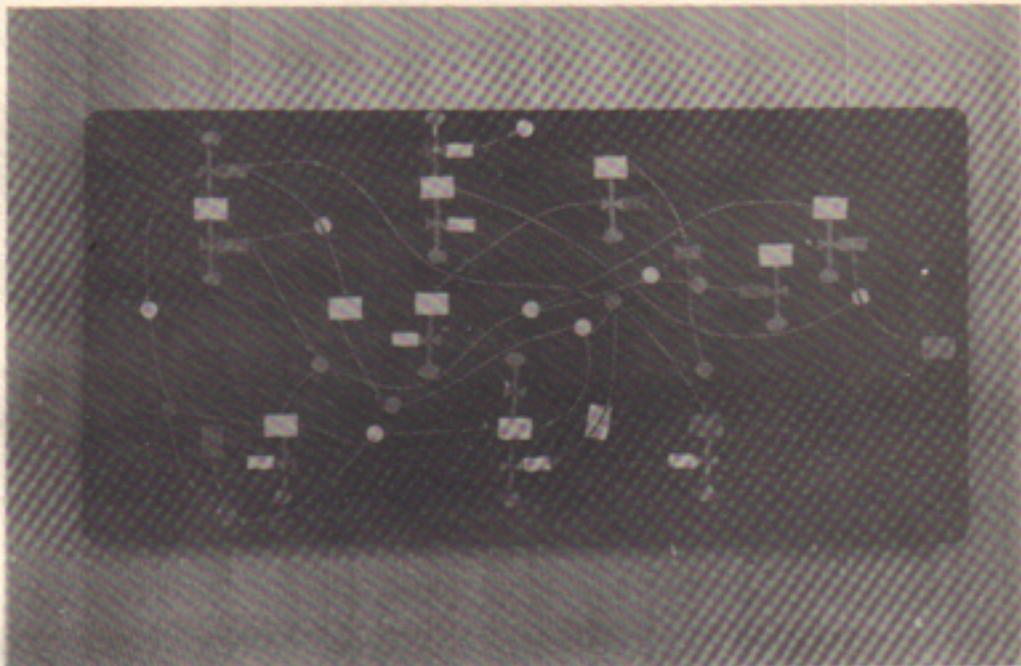
libera cuando él dice: "Pum! Eso es lo que quiero decir!" No se necesitan manejos delicados para hacer funcionar este aparato, y las personas se acostumbran a usarlo muy rápidamente. En lo que respecta a esa lluvia de golpes, busqué la manera de que el manejo un poco teatral del equipo resultara una parte tan eficaz de la conversación creadora como el acto de gesticular con un lápiz en mano o dar puñetes a la mesa.

De este modo, cuando los insumos en tiempo real señalan la necesidad de información suplementaria, los encargados de tomar decisiones pueden seleccionar en las tres pantallas el flujograma icónico que contiene el insumo pertinente ( como, por ejemplo, en la fotografía N° 5), más una fotografía de la planta industrial involucrada, más cierta información de índices. Si se encuentra disponible una ampliación o explicación de esa información -- es bien posible, por ejemplo, que la historia de un índice de latencia incluya un plan de inversiones para realizar esa latencia -- se señala directamente en la pantalla como maniobrar el tablero para proyectar también el diapositivo del caso ( una señal de esta clase está visible en la pantalla C ). En la fotografía de cerca del Datafeed (N° 6), aparece una vista ampliada de la pantalla C del Datafeed. lista de productos.

Toda esta información complementaria es semi-permanente. En principio debe ser puesta al día, pero no muy frecuentemente. En cuanto a que sea la información apropiada, hay que recordar que es fácil volver a cargar los 16 carreteles de diapositivos, de modo de contar con una nueva serie (con capacidad para 1.200 diapositivos) para cada nivel de recursividad. Y eso es suficiente. En todo caso, hay otras dos pantallas de retro-proyección en la Sala de Operaciones, las que permiten hacer presentaciones especiales.

Hasta aquí me he referido al sistema AHORA, pero el Datafeed ciertamente sirve igualmente al sistema de FUTURO. La relación entre ambos se ve muy claramente en la gran pantalla principal, en la que su homeostato relampagueante recuerda constantemente la necesidad de equilibrar las inversiones entre lo que existe y lo que existirá. Y ese sistema de FUTURO con capacidad de simulación, tiene su pantalla propia (fotografía N° 7). Esta consiste del flujo-grama de una simulación tipo Dinamo, aunque no sea una muy complicada. Las dos observaciones que me gustaría hacer, lamentablemente no se reflejan en esta representación estática.

Las simulaciones se justifican sólo porque se puede trabajar con ellas. Como ya lo dije, no se trata de que las simulaciones estén ahí "emitiendo pronósticos". El producto del modelo que aquí



Fotografía N° 7 : Sistema FUTUROS (flujograma de una Simulación tipo Dínamo).

presentamos es una proyección hecha por una computadora de la manera como variarán las variables principales en el transcurso de los diez próximos años -- siempre que nada cambie -- y se ilumina esa proyección en una de las pantallas de reserva. Para entender como funciona el sistema económico, los ocupantes de la sala necesitan dos elementos, ninguno de los cuales se encuentra en un flujograma corriente. En primer lugar, ellos deben poder alterar la estructura que tienen ante sus ojos, lo que se puede hacer fácilmente en la computadora. Los ayudantes científicos pueden cambiar unas cuantas ecuaciones si se les pide hacerlo, y producir un nuevo informe en pocos minutos. Pero cómo se hace para cambiar el flujograma? La solución a esa dificultad está en usar imanes flexibles, y es eso lo que hicimos. Pero, para decidir cómo cambiar el flujograma es preciso comprender los flujos y, es por esta razón que quisimos animar esta pantalla. El problema vino a consistir en animar un flujograma que uno quiere reconstruir continuamente. Los proveedores británicos de equipos animados fueron los que resolvieron el problema, y yo desearía poder mostrarles las líneas de flujo de este modelo en movimiento, y la rapidez con que se puede cambiar su estructura.

En realidad, podríamos estar juntos todo un día en la Sala de Operaciones sin agotar sus recursos como nueva herramienta para

la dirección y como vía que se abre hacia la participación de los trabajadores. Es la primera sala construida de acuerdo con estos principios cibernéticos, y no es más que un comienzo.

La sala y sus muebles se diseñaron y fabricaron en Chile. El sistema óptico y la lógica contralora para el Datafeed se diseñaron y se construyeron en Inglaterra, y las dos pantallas animadas fueron creadas por otro fabricante británico. A través de los años he descrito una sala de esta clase muchas veces, y una vez escribí, "Lo que falta para establecer el primer centro de control de esta clase no es la investigación operacional, la tecnología o la experiencia. Lo que falta es la aceptación de la idea por la administración, además de la voluntad para llevarla a la realidad"(3). Finalmente encontré tanto la aceptación como la voluntad --en el otro lado del mundo.

#### La Inconclusión

Esta ha sido una larga conferencia, pero es porque se refiere a un tema muy amplio: Cómo la ciencia de la organización eficaz, a la que damos el nombre de cibernética, se pliega a la búsqueda de la libertad efectiva, a la que damos el nombre de política. Qué empresa tan nueva y tan vital anuncian esas palabras! Dónde las he oído antes?

"La cibernética de los hombres,  
como tú, Sócrates,  
sueles llamar a la política..."

Por el nombre que he mencionado, adivinarán ustedes que he citado a Platón, y que nos encontramos frente a un atraso de dos mil años. Pero ahora estamos empeñados en enmendar esta falla. Ahora contamos con algunas herramientas cibernéticas.

Pero lo que les he relatado hoy claramente está incompleto; les ruego tener presente que nuestro proyecto se inició hace tan sólo dieciseis meses. Por lo tanto, aunque el sistema existe, se encuentra -- en el sentido académico estricto-- por probarse. Me imagino que, como a cualquier criatura nueva, se le tendrá que tirar las orejas de tanto en tanto ( o darle algún castigo peor) y ponerlo a raya -- o disciplinarlo con más severidad. Esto, porque en este período de dieciseis meses se han hecho diversos intentos para derrocar la democracia chilena. Y desde el punto de vista científico, durante este período se me ha dicho cien veces que tardaríamos veinte años en realizar lo que en este momento está hecho, y dentro del plazo mencionado.

Debemos tener presente que la innovación, sea política o científica, no favorece a los que detentan el poder real. Y si cualquiera

de estas innovaciones pretende favorecer al común de la gente, como sucede en este caso, entonces se las atacará.

Es por esta razón que no nombro aquí a mis muchos colegas y colaboradores. Ellos conocen mis sentimientos de afecto y estimación por su habilidad, su dedicación y su amistad. Lo que cualquiera de ellos pudiera pedirme, estando de mí hacerlo, puede considerarlo hecho.

Es también por esta razón que les recomiendo a mis compatriotas aquí presentes, que observen con mucha más atención de la que muchos han dedicado hasta ahora al tema, lo que pueda ocurrir en Chile. Creo que de ahí saldrán lecciones para la Gran Bretaña, y para la humanidad.

Así les digo, hasta pronto.

Recuerdo a Richard Goodman en este mismo lugar.

Requiescat in pace.

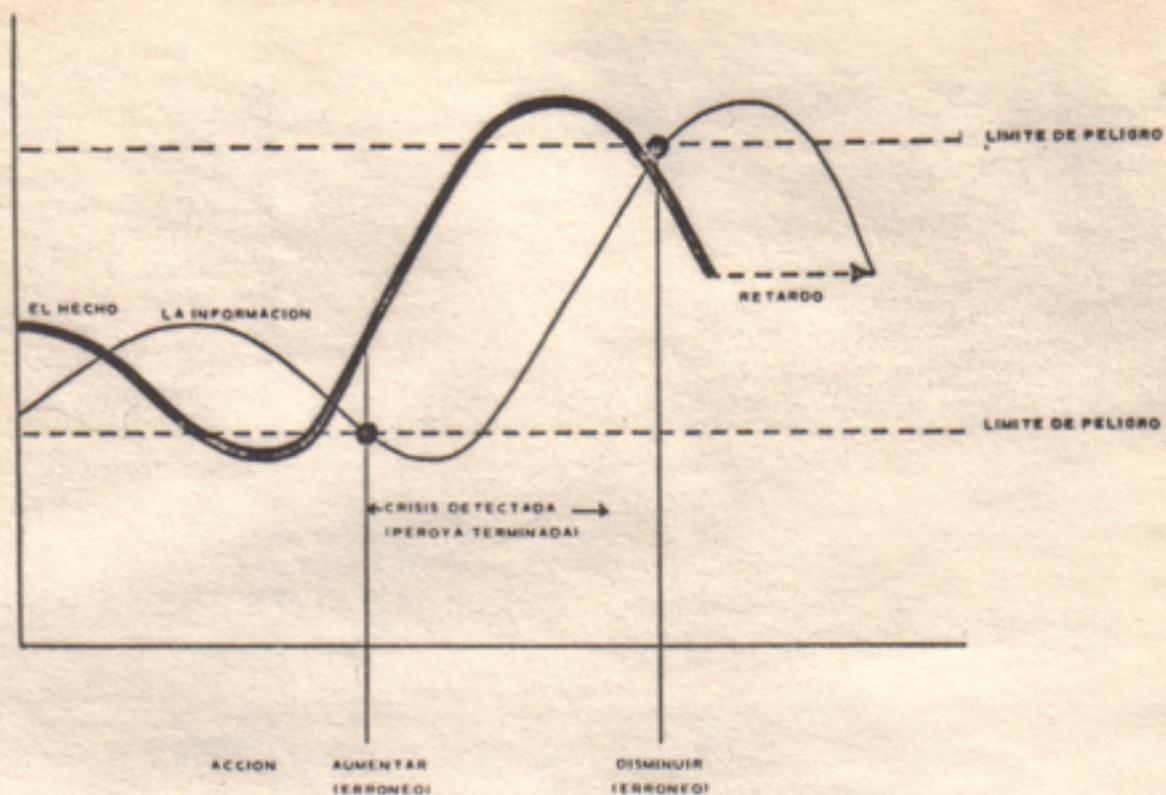


FIGURA 1

PROBLEMA FUNDAMENTAL AL CONTROLAR UNA VARIABLE ECONOMICA, OSCURECIDO POR OTROS MECANISMOS (VER TEXTO)

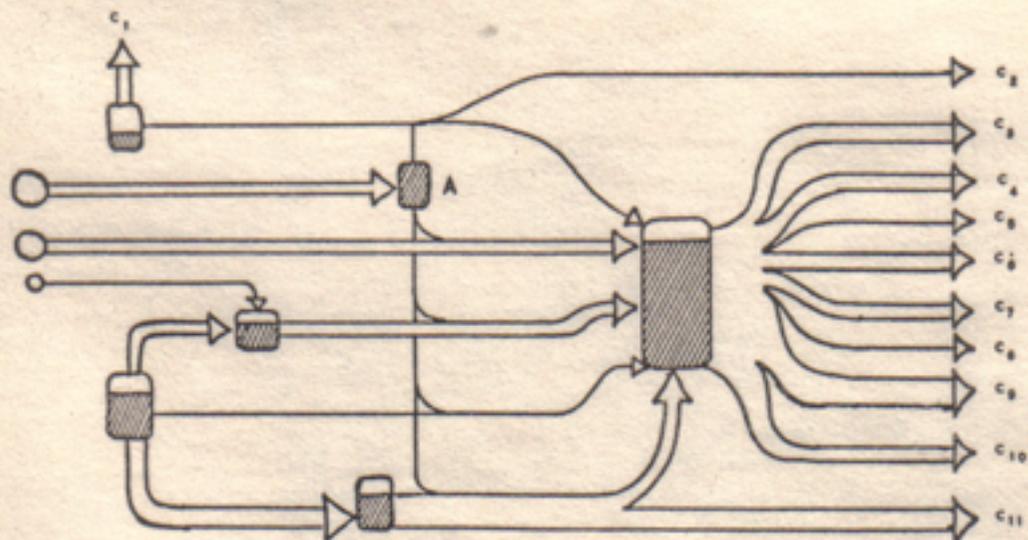


FIGURA 3.- FLUJOGRAMA CUANTIFICADO

EL GRUESO DE LAS LINEAS ES PROPORCIONAL A LA TASA DE FLUJO; EL TAMAÑO DE LAS CAJAS DE PROCESOS ES PROPORCIONAL A LA CAPACIDAD PRODUCTIVA; LA PRODUCTIVIDAD ESTÁ INDICADA POR LOS NIVELES EN ESTAS CAJAS, LOS PROCESOS QUE CONSTITUYEN CUELLOS DE BOTELLA SE HAN RESALTADO CON LA LETRA **A**, LOS CLIENTES, NUMERADOS COMO  $c_1 - n$

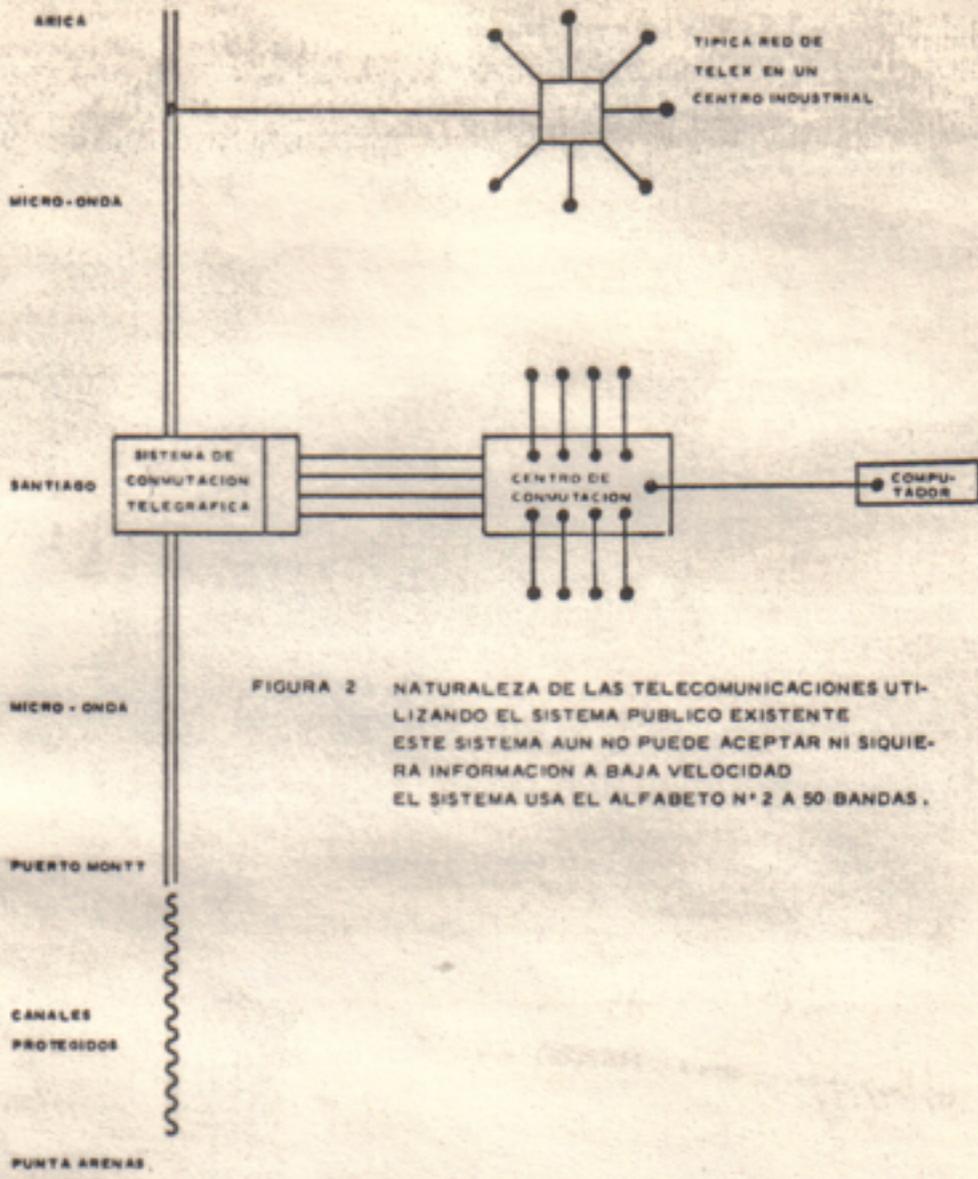


FIGURA 2 NATURALEZA DE LAS TELECOMUNICACIONES UTILIZANDO EL SISTEMA PUBLICO EXISTENTE ESTE SISTEMA AUN NO PUEDE ACEPTAR NI SIQUIERA INFORMACION A BAJA VELOCIDAD EL SISTEMA USA EL ALFABETO N° 2 A 50 BANDAS .

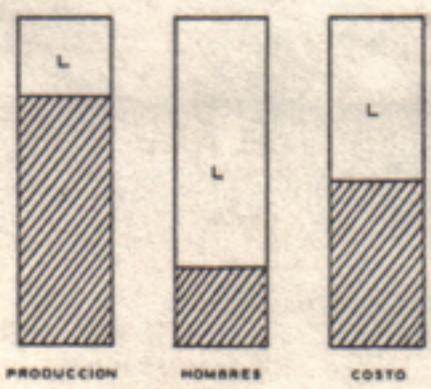


FIGURA 4 REPRESENTACION IONICA DE LATENCIA POTENCIAS RELATIVAS (VER TEXTO)

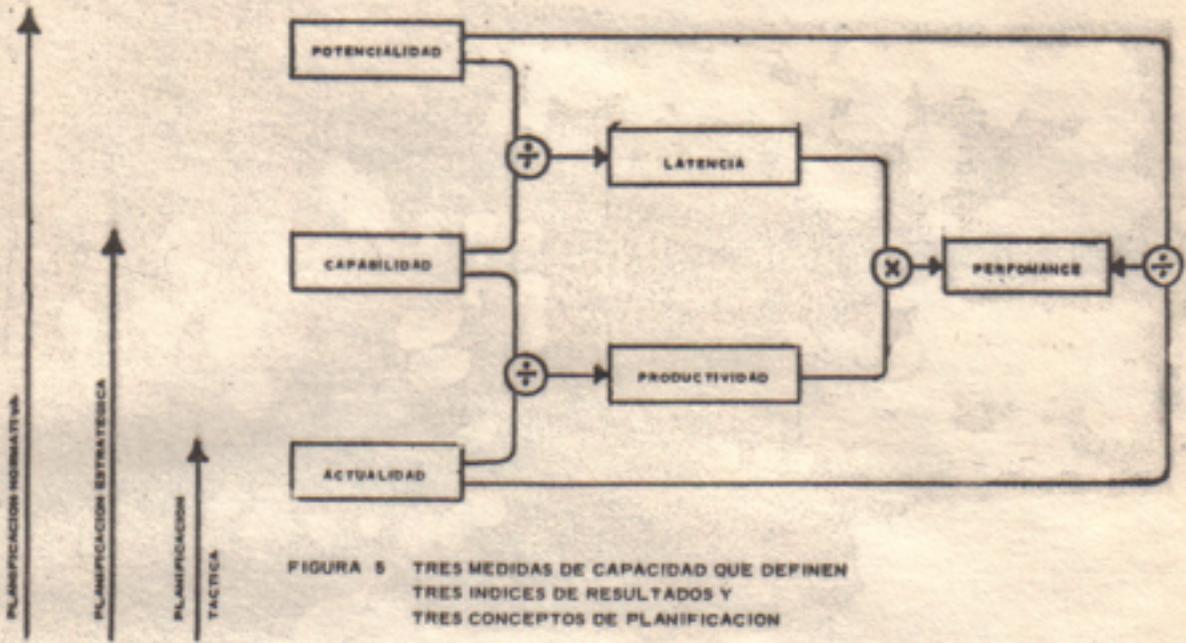


FIGURA 5 TRES MEDIDAS DE CAPACIDAD QUE DEFINEN TRES INDICES DE RESULTADOS Y TRES CONCEPTOS DE PLANIFICACION

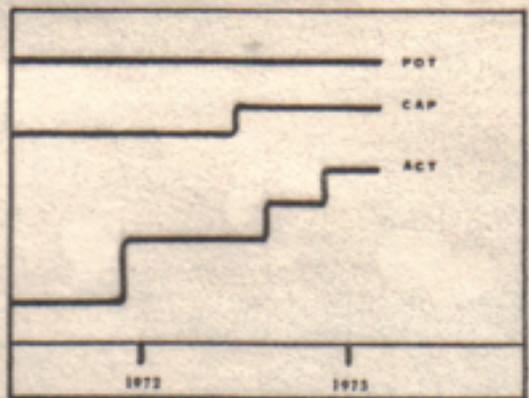


FIGURA 6 REGISTRO ICONICO DE CAMBIOS SIGNIFICATIVOS (POR LO TANTO TAXONOMICOS)

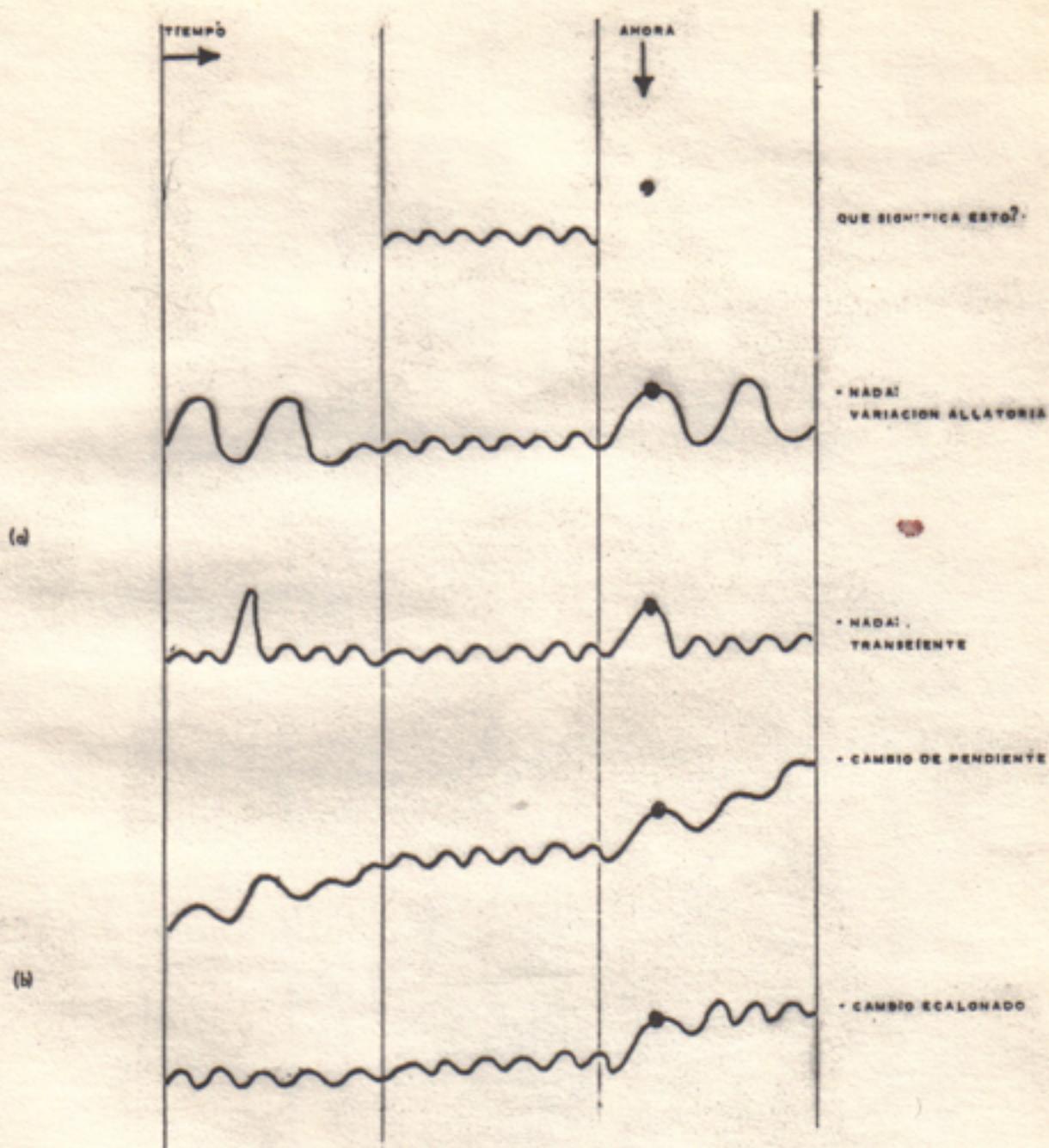


FIGURA 7.1

USANDO EL COMPUTADOR EN FORMA INTELIGENTE PARA CALCULAR LAS PROBABILIDADES DE LAS ALTERNATIVAS FUTURAS

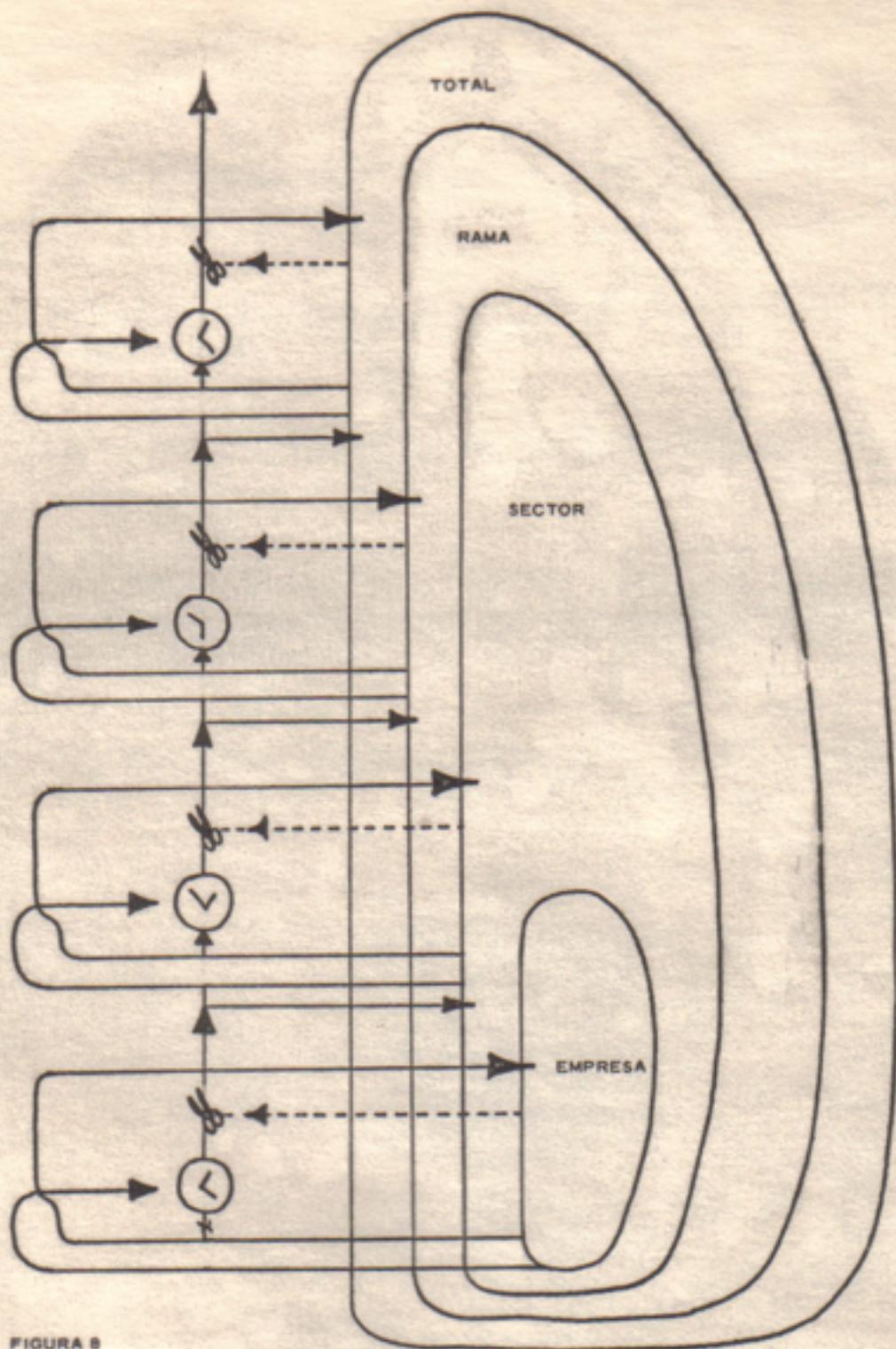


FIGURA 8

SISTEMA CYBERSTRIDE OPERANDO A CUATRO NIVELES DE RECURSIVIDAD AUTONOMOS, CON RETROALIMENTACION ALGEDONICA (VER TEXTO)

Referencias

1. Norbert Wiener, Cibernética, John Wiley, New York, 1948
2. W. Ross Ashby, Diseño de un Cerebro, Chapman and Hall, Londres 1954.
3. Stafford Beer, El cerebro de la empresa, Allen Lane, The Penguin Press, Londres, 1972.
4. P.J. Harrison and C.R. Stevens, "Un enfoque bayesiano a la pronosticación a corto plazo", Operational Research Quarterly, BVol. 22, N° 4, Diciembre, 1971.
5. Jay W. Forrester, Dinámica Mundial, Wright-Allen Press, Cambridge, Mass., 1971.

BIBLIOTECA CORFO

20224