

## Nostalgia del futuro: sinergia cibernética en Chile

Rodrigo Fernández Albornoz<sup>1</sup>

*La primera vez que le expliqué a Allende el modelo cibernético de un sistema viable, 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 sistemas jerárquicos y le fui explicando de abajo para arriba el primero, el segundo, el tercero y el cuarto. Al llegar al quinto nivel, asumí un gesto teatral para decirle “Y este, compañero presidente, es usted!” Pero el Presidente se me anticipó, y con una ancha sonrisa, dijo, “Por fin... el Pueblo!”.*

Stafford Beer, 1973.

### El Viejo Topo de la Historia asoma su nariz en tiempo real

Pocos temas han copado la agenda global de la última década como las implicancias sociales, políticas, económicas y culturales del desarrollo de los ecosistemas de datos masivos. No obstante, la datificación no es la novedad histórica de nuestro tiempo. Los primeros desarrollos en sistemas ciberfísicos y robótica datan de la antigüedad y,

---

<sup>1</sup> Sociólogo y magíster en Economía Aplicada, Universidad de Chile. Senior Data Scientist en falabella.com. Coordinador académico y docente del Diplomado en Data Science, Universidad de Santiago, Facultad de Administración y Economía.

con la Segunda Guerra Mundial, asistimos a un primer desfile masivo de iniciativas relacionadas con autómatas. Desde el desarrollo del primer sistema antiaéreo automático de Norbert Wiener, el homeostato de Ross Ashby, las mediáticas tortugas de Grey Walter, hasta las primeras pruebas de autómatas para labores productivas.

La novedad consiste en que, por primera vez, la datificación se incrusta íntimamente en los sistemas sociales, es decir, estos serían susceptibles de control, independientemente del reclamo de los moralismos basados en la distinción entre una vida social “natural” y una “artificial”, como forma secular del pecado original, para mantener el fruto del árbol del conocimiento a salvo de su consumo y multiplicación.

Para no confundir la historia con nuestras historietas, es necesaria una mejor comprensión de qué es aquello que intentamos historizar cuando hablamos de “historia de la tecnología”.

La tecnología es la forma más disruptiva con la que compensamos nuestras brechas filogenéticas. Según Gehlen (1961), los humanos somos seres carenciales (“orgánicamente desvalidos”) en nuestra constitución biológica, lo que explicaría por qué desarrollamos una “segunda naturaleza (sociedad y cultura). Equivale a cuando Marx se preguntó qué diferencia a la mejor araña del peor obrero a la hora de tejer, y su respuesta apuntó a que el acto de tejer no está inscrito en nuestras bases biológicas, por lo que el propósito y medios para estos actos no son fijos para nosotros, de ahí que sea el trabajo la fuerza motriz de nuestra “segunda naturaleza”.

En atención a las consideraciones de Simondon (2018), los objetos técnicos no pueden ser definidos únicamente por su uso, ya que no consideraríamos los elementos que los dotan de cierta independencia ontológica, es decir, de una estructura y dinámica que les son propias, independientemente de su uso. Por ejemplo, una rueda no nos permite una confección que se oriente por necesidades exóticas de uso, como lo sería una rueda en forma cuadrada. De aquí que reducir la definición de los objetos técnicos a una “construcción sociocultural” o un “texto” es ignorancia con buenos modales.

La tecnología está dirigida al corazón de las funcionalidades de nuestra brecha biológica, en distintos niveles de abstracción en los que operan estas funcionalidades, desde las más elementales y concretas, hasta aquellas que requieren de un nivel de generalización mayor respecto del entorno. Es la diferencia entre el arco y la flecha como máquina primordial de las sociedades cazadoras recolectoras, y los sistemas de cultivo en las sociedades sedentarias. Mientras que en la primera es necesario conocer la tensión del arco y el ángulo de inclinación del lanzamiento de la flecha, en el segundo se ven comprometidos conocimientos de los ciclos climáticos, condiciones de la fertilidad de los suelos, cuidado de plagas, etc.

Ahora bien, la historia no es lineal, ya que estos niveles de abstracción no escalan a una tasa constante en el tiempo. No obstante, la historia que se abre con las revoluciones industriales constituye un salto discreto en la historia de la tecnología, y de evolución no lineal, sino exponencial.

Para comprender lo anterior, es necesario despejar qué entendemos por “revolución” y que implicancias tiene su carácter industrial.

Una revolución no se caracteriza por la velocidad de sus cambios (ese es solo su momento trágico), sino por el carácter violento e irreversible de estos (todo lo que existe merece perecer, al decir de Engels). El apellido de “industrial” alude a la capacidad de escalar procesos de control sobre las distintas fuerzas motrices involucradas en la producción. En este sentido, si las dos primeras revoluciones industriales se jugaron su realidad en el control escalado de la energía física (vapor y electricidad), la tercera y cuarta se juegan su realidad en el control escalado de la información, la nueva fuerza motriz.

Para efectos de la historia tecnológica, es una transición radical de los niveles de abstracción de nuestra relación con los objetos

técnicos<sup>2</sup>. Mientras que la tercera revolución industrial estuvo enfocada en la computabilidad, la cuarta se juega en la interconectividad. Por esto, las tecnologías relacionadas con la datificación de los sistemas sociales pueden ser consideradas como el corazón de la cuarta revolución industrial, ya que su acción es violenta e irreversible, pero en un nivel caracterizado por la capacidad de generar un margen de control sobre nuestra propia “segunda naturaleza”, y no solamente sobre la “primera”<sup>3</sup>.

Este proceso ha ido de la mano con la recopilación y exposición de mayores antecedentes del proyecto Cybersyn, mediante notas de prensa, reportajes, entrevistas y proyectos de difusión acerca del secreto mejor guardado de la historia de Chile<sup>4</sup>, al punto que un medio de prensa lo considera en términos de “los orígenes socialistas del *Big Data*”<sup>5</sup>.

Este año se cumple exactamente medio siglo de la primera venida de Stafford Beer a Chile para asumir el cargo de director científico del proyecto Cybersyn, el primer desarrollo orientado hacia una cibernética de los sistemas sociales, ya que, si bien el proyecto tuvo como primer objetivo el diseño e implementación de un sistema de información y control industrial para las empresas del área social de la economía, el contexto sociopolítico del Chile de la Unidad Popular propulsó el escalamiento del proyecto al sistema social en su conjunto.

El presente ensayo tiene dos objetivos. El primero es describir al proyecto y sus componentes, enfatizando en su correspondencia con los actuales métodos y procesos de trabajo en proyectos intensivos

---

<sup>2</sup> De ahí que la técnica es una experiencia que antecede a la ciencia, y no al revés, en lo que podemos encontrar intersecciones entre elementos de la fenomenología, el materialismo histórico y la cibernética.

<sup>3</sup> Es la diferencia entre "máquinas de" y "máquinas para", apuntada por Pask.

<sup>4</sup> Considerando los trabajos orientados con seriedad al respecto, cabe destacar las investigaciones pioneras de Enrique Rivera con el *Multinode Metagame* (2005), las iniciativas del Fab Lab Santiago con la réplica del proyecto en el *Counterculture Room* (2012) y las investigaciones de Eden Medina (2010, 2013).

<sup>5</sup> Morozov, E. (2014). The Planning Machine. Project Cybersyn and the origins of the Big Data nation. *The New Yorker*, October 6. Retrieved from: <http://www.newyorker.com/magazine/2014/10/13/planning-machine>

en datos; el segundo, desarrollar algunos aspectos sociohistóricos que permiten comprender el escalamiento del proyecto en el Chile de la Unidad Popular. Estos aspectos sociohistóricos no solo permiten una mejor comprensión de cómo el socialismo chileno fue la primera experiencia de incrustación tecnológica sobre sistemas sociales, sino también cómo, en el actual proceso de crisis social y revuelta popular en el Chile neoliberal, permitiría tirar de estos hilos enterrados —tal y como dice la canción— de las entrañas de nuestras ciudades.

### **Cybersyn: concepción, componentes y procesos**

La motivación original fue el diseño e implementación de un nuevo modelo de gestión para las empresas del área de propiedad social, el cual requería de innovaciones tecnológicas para su puesta en marcha. Este modelo se caracterizaría por la descentralización de funciones entre las instituciones y agentes involucrados en el proceso productivo, lo que permitiría dotar a la gestión de una agilidad y capacidad de adaptación de respuesta frente a contextos cambiantes.

Esta motivación original fue producto de la convergencia entre el enfoque de las organizaciones, entendidas como sistemas, y las características del proceso político chileno en el contexto de la Unidad Popular<sup>6</sup>. La primera esquina de este problema será desarrollada a continuación, mientras que la segunda será considerada hacia el final del presente trabajo.

### **Modelo de sistema viable**

#### *Fundamentos*

El Modelo de Sistema Viable surge en el contexto de origen de la cibernética organizacional o de gestión, cuyo primer y máximo exponente fue el consultor inglés Stafford Beer (1926-2002). Si bien el concepto de “cibernética” es ambiguo, una primera aproximación a este enfoque es

---

<sup>6</sup> Tal y como ha sido expuesto, amplia e intensivamente, en los trabajos de Eden Medina.

el concepto de “complejidad de un sistema”, para lo cual Beer se atiene a la noción de “variedad”, formulada por Ross Ashby (1956) y definida como la cantidad total de estados posibles de un sistema o su entorno, lo que puede ser medido calculando una potencia que toma como base los elementos que componen al sistema ( $n$ ), y como exponente la cantidad de posibles estados para cada componente ( $x$ ).

Por ejemplo, para una comisión evaluadora de proyectos compuesta de dos personas ( $n=2$ ), en la que cada una tiene tres posibles resultados de su proceso de evaluación (“Bueno”, “Regular”, “Malo”,  $x=3$ ), la variedad total de esta comisión evaluadora será:  $V(x,n) = x^n = 3^2 = 9$  posibles respuestas<sup>7</sup>.

¿De qué depende la capacidad de un sistema de interactuar con la variedad de su entorno? La respuesta dio origen a la formulación de la Ley de Variedad Requerida, la que puede ser resumida en la expresión “solo la variedad absorbe la variedad”, vale decir, la variedad de un sistema debe ser al menos igual a la de su entorno en el contexto de un dominio determinado (Ashby, 1956; Beer, 1972; Beer, 1973).

¿Cómo enfrentan los sistemas los desequilibrios entre su propia variedad y la variedad de su entorno? El concepto utilizado por Ashby es el de “control adaptativo”, como la capacidad del sistema de incrementar su propia variedad para operar sobre la base de la información que recoge y construye de su entorno. Para ello, los sistemas cuentan con distintos dispositivos de filtro de variedad, atenuando la del entorno y amplificando el resultado de sus operaciones sobre este último. La continuidad con el que el sistema puede seguir esta iteración entre la atenuación y amplificación es conocida como “homeostasis” o “equilibrio homeostático”.

La hipótesis de que en la cibernética se encuentran conceptos relevantes para la comprensión y el diseño de organizaciones fue

---

<sup>7</sup> El incremento de complejidad es lineal solo cuando  $n=1$ , vale decir, aumenta solo por la agregación de componentes.

planteada por primera en *Cybernetics and management* (1959), obra en la que Beer puso su atención en cómo las empresas pueden ser entendidas como sistemas con la capacidad de ejercer el control adaptativo sobre su entorno de administración y gestión, y en cuáles serían los dispositivos de atenuación de la variedad del entorno comercial y productivo (demanda, precios y cambios en el entorno operativo), así como aquellos dispositivos que le permitirían amplificar los resultados de sus operaciones en el mercado (ventas y posicionamiento estratégico).

Pero ¿de dónde extrae una organización estos dispositivos para el ejercicio del control adaptativo?

La respuesta es desarrollada en los trabajos *Decision and control* (1966) y, sobre todo, en *Brain of the firm* (1972), obra cumbre de Stafford Beer y punto de mayor elaboración del Modelo de Sistema Viable. La propuesta de Beer se centra en la concepción de la organización como un sistema nervioso, sobre el cual es posible describir una “fisiología del control” para la gestión de la variedad.

La fisiología del control reconoce cinco sistemas, inicialmente concebidos de manera jerárquica, los que pueden ser observados desde el punto de vista de la organización entendida como sistema, tal y como puede apreciarse en la figura 1.

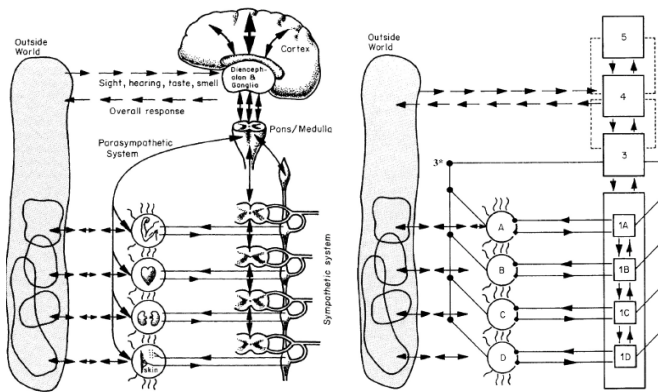


Figura 1: Modelo de Sistema Viable. Fuente: Beer, 1972.

En la figura 1 el sistema 1 se ubica en la base del modelo y constituye las actividades primarias del sistema global, lo que equivale, en el modelo fisiológico, a la recepción de estímulos y control reflejo del aparato motor, mientras que, para el caso de una organización, a las actividades de implementación por parte de las unidades encargadas. Lo anterior también puede ser visto desde la perspectiva de un proceso de datos (*pipeline*), desde las tareas, tecnologías y personas involucradas en la ingesta de datos crudos.

Luego, el sistema 2 es el encargado de generar un ordenamiento de prioridades respecto de la acción del sistema 1, ordenamiento que es proporcionado al sistema 3. En la organización, estas funciones son desempeñadas por los departamentos o divisiones que agrupan a las unidades de implementación. En un proceso de datos, equivalen a las tareas y tecnologías de almacenamiento, ya que los distintos requerimientos de memoria obligan a priorizar los conjuntos de datos que posteriormente pasarán por las tareas de preprocesamiento.

El sistema 3 tiene un significado especial, ya que desempeña dos funciones. La primera es constituir el primer centro activo de toma de decisiones dentro del sistema global, gracias a la información proporcionada por el sistema 2, para luego auditar el cumplimiento de tareas y plazos en los que opera el sistema 1. La segunda, ser un nodo crítico de información, ya que es el encargado de generar los reportes que sirven de insumo para el sistema 4. En un proceso de datos, estas funciones equivalen a las tareas de preprocesamiento, que permiten jerarquizar aquellos conjuntos de datos según su calidad (presencia de datos atípicos, datos incompletos, actividades de normalización y escalamiento), pero también involucran un análisis y visualización exploratorias para obtener un primer cuadro del comportamiento de los fenómenos que son objeto de medición (diagnóstico de asimetrías de distribución, observaciones a agrupaciones naturales en nubes de puntos bivariadas, etc.).

El sistema 4 es el encargado de interactuar con el entorno en el largo plazo para prospectar distintos escenarios futuros, tomando como base el historial de reportes proporcionados por el sistema 3. En



el contexto de una organización, estas funciones recaen en los equipos dedicados a la investigación y desarrollo, o las áreas relacionadas con analítica avanzada. En un proceso de datos, corresponde a la retroalimentación entre el diseño e implementación de modelos predictivos, por un lado, y las estrategias de visualización de información, por otro. El modelamiento posibilita la generación de pronósticos futuros, mientras que la visualización permite no solamente una comprensión más intuitiva del modelamiento, sino que también puede ser una fuente de conocimiento de aspectos omitidos en la especificación de estos modelos. Esto depende del concepto de “información”, entendida ésta no solo como mera representación, sino como objeto de diseño<sup>8</sup>.

Por último, el sistema 5 es aquel que, para efectos de la formulación original, constituye el máximo nivel de centralización del sistema global, lo que, en términos de esta “fisiología del control”, es representado por el rol del cerebro como principal centro de procesamiento. Para la organización, este nivel está compuesto por el directorio y las distintas gerencias, cuya función es “conservadora” como el sistema 3, pero también “progresiva” como el sistema 4. Combina las necesidades derivadas de urgencias cotidianas en la gestión con aquellas que provienen de la exploración de nuevos mercados, la entrada de nuevas empresas o el desarrollo de nuevas tecnologías. En un proceso de datos, esto equivale a la puesta en producción<sup>9</sup> de las estrategias de modelamiento, para lograr que estos actualicen día a día su capacidad de aprendizaje gracias a la ingesta de nuevos datos y, de esa forma, generar mejores pronósticos.

Otro concepto fundamental es el tiempo, ya que cada sistema puede ser entendido en distintos horizontes en los que opera la organización. Mientras que los sistemas 1, 2 y 3 operan orientados hacia

---

<sup>8</sup> A su vez, el concepto de “diseño” no se reduce a una estrategia visual, sino a una noción del tipo de relaciones que se intentan fomentar, de manera que no sea necesario “recordárselo” explícitamente a la organización, algo en lo que el director de diseño del proyecto, Gui Bonsiepe, fue un pionero en el mundo en el diseño de información, y que estaba en línea con el concepto de “control” de Stafford Beer, entendido como “organización efectiva”.

<sup>9</sup> Proceso que consiste en lograr la retroalimentación, en tiempo real, entre un algoritmo asociado a un modelo y el sistema que es objeto de modelamiento.

el “aquí y el ahora”, las operaciones del sistema 4 están orientadas hacia el “ahí y en adelante”, mientras que el sistema 5 opera combinando ambos horizontes.

Cerramos la formulación original del modelo con el concepto de “recursividad”, lo que, en este contexto, se traduce en que “todo sistema viable contiene a otro sistema viable”, es decir, cada uno de los cinco componentes del sistema global contiene sus propios cinco subsistemas, los que cumplen las funciones definidas para el modelo. Al interior de la organización cada sistema puede ser entendido como un entorno del otro; por ende, dispondrá de sus propios dispositivos de control adaptativo organizados en estos cinco niveles.

La siguiente tabla resume de manera esquemática esta primera comprensión de los componentes del Modelo de Sistema Viable.

Tabla 1: Resumen de componentes y niveles del Modelo de Sistema Viable

Sistema	Función en la gestión	Entidad administrativa	Etapa de un proceso de datos	Horizonte de tiempo
5	Político-normativa	Gerencias/ Directorio	Puesta en producción	Incertidumbre (presente/futuro)
4	Inteligencia y prospectiva	Investigación y desarrollo/ Analytics	Modelamiento y visualización	Futuro
3	Control de la gestión	Subgerencia	Preprocesamiento y exploración	Presente
2	Coordinación	Departamento/ División	Almacenamiento	
1	Implementación	Unidad	Ingesta	

Fuente: Elaboración propia.

Surgen dos problemas para definir la viabilidad de un sistema.

El primero es el de la variedad horizontal, o cómo la organización puede relacionarse con el tiempo si no es capaz de contar con información del “aquí y el ahora”, ya que, tal y como sostiene Beer, “si está funcionando, entonces ya está fuera de tiempo”. El segundo es la variedad vertical, es decir, el dilema entre la centralización necesaria de las funciones para mantener la cohesión interna, y la autonomía que requieren sus partes para la adaptación a los cambios en el entorno, que no logran ser capturados por niveles más centralizados de la gestión.

El ecosistema Cybersyn fue capaz de resolver parcialmente estos problemas para la experiencia chilena, en un estado de desarrollo que hoy podríamos denominar “de producto mínimo viable”, y en circunstancias muy diferentes a las inicialmente contempladas, como fueron las derivadas del paro de camioneros de octubre de 1972.

### *El modelo de sistema viable entre las empanadas y el vino tinto*

Al momento de su llegada a Chile en, 1971, Beer traía consigo el borrador de *Brain of the firm*, el que sería completado gracias a su experiencia dentro del proyecto, en particular alrededor del grupo de discusión acerca de los fundamentos conceptuales y de diseño, del cual participaron Humberto Maturana, Francisco Varela, Heinz von Foerster, Fernando Flores y Raúl Espejo principalmente.

Lo que permitió a Beer dar un nuevo giro al problema de la variedad vertical fue el concepto de “autoorganización” como condición para el control adaptativo. La viabilidad de un sistema no es una capacidad que provenga desde su exterior, sino una propiedad del sistema mismo. Si esta capacidad depende únicamente del control externo, desaparece entonces la autonomía necesaria para la adaptación a los cambios del entorno. Del modo contrario, si la cohesión necesaria en la que opera el sistema se desvanece, la diferenciación deviene en la fragmentación. Beer consideraba que el punto de equilibrio entre estos dos escenarios es efectivamente computable, y que dicho cómputo debe retroalimentar de manera efectiva a las decisiones de una organización.

En estas ideas también se jugó la principal revolución científica de la historia chilena, la formulación del concepto de “*autopoiesis*” por Maturana y Varela, quienes nunca estuvieron de acuerdo en considerar a este concepto como un equivalente de la “viabilidad” de Beer, pues el foco era la definición de lo vivo en el dominio molecular, lo que no opera en el ámbito social u organizacional<sup>10</sup>. Independientemente de estas consideraciones, lo cierto es que la autoorganización puede ser considerada como el “lugar” desde el que la organización extrae sus herramientas para ejercer el control adaptativo.

Pero la principal fuente de inspiración de Beer a su llegada a Chile fue la primera reunión que sostuvo con Salvador Allende para explicarle el funcionamiento del proyecto, cuyo relato es expuesto en el epígrafe del presente ensayo. La expresión “¡Por fin, el pueblo!” para definir la función del sistema 5 fue un punto de inflexión en la concepción original de Beer, pues implicaba que la concepción del Modelo de Sistema Viable para la comunidad nacional requería comprender que las jerarquías del modelo podían ser pensadas desde las características propias de la vía chilena al socialismo, vale decir, aquellas en las cuales las organizaciones del pueblo ejercen el control adaptativo.

Ahora bien, al momento de concebir el Modelo de Sistema Viable en el contexto de la organización industrial chilena, bajo la dirección de la CORFO, el siguiente esquema (figura 2) permite comprender los niveles de recursividad institucional. El primer nivel se encuentra en los *General Headquarters* que, en este caso, es la figura de CORFO, cuyo sistema 5 es la Presidencia de la República; el segundo nivel de recursividad es cada una de las jefaturas industriales (*Industrial Headquarters*), cuyo sistema 5 es el Ministerio de Economía. A su vez, éste constituye un tercer nivel de recursión, compuesto de distintos comités sectoriales, y cuyo sistema 5 es la Subsecretaría de Economía. Por último, cada comité sectorial es compuesto por distintas plantas industriales, cuyo sistema 5 es la figura del interventor.

---

<sup>10</sup> Importante mencionar que la primera edición de *De máquinas y seres vivos* tuvo muchos problemas para ser publicada, a tal punto que se redactó una primera versión original en inglés, ya que Stafford Beer fue quizás uno de los más grandes entusiastas del enfoque de Maturana y Varela, de modo tal que facilitó las condiciones para una eventual primera publicación en inglés y redactó un prólogo, el cual sería definitivamente publicado en 1980.

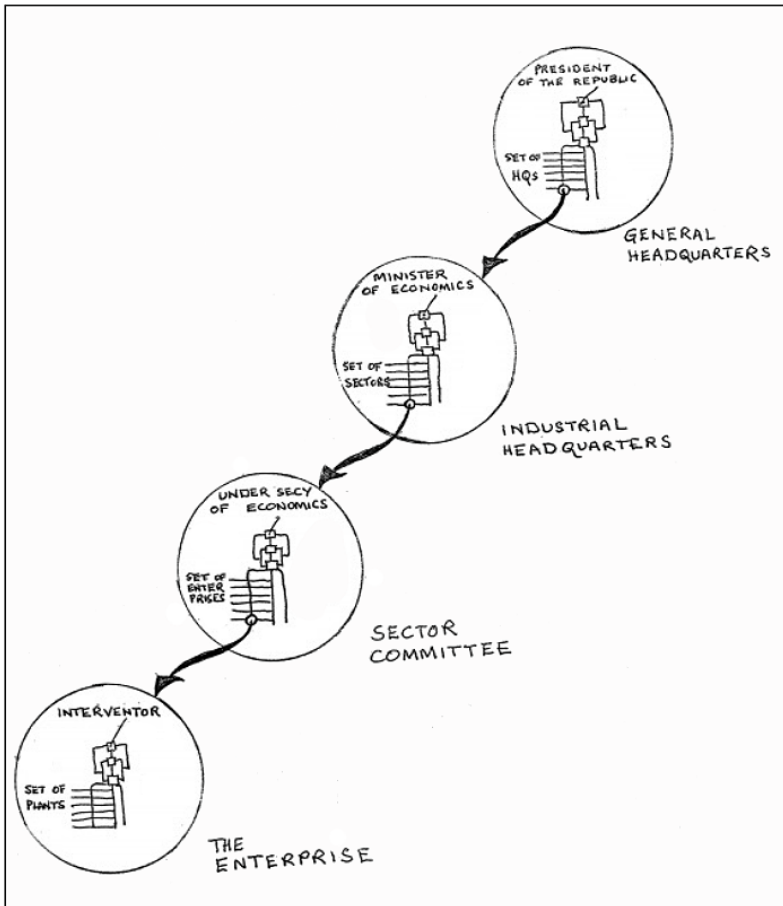


Figura 2: Modelo recursivo para el control industrial chileno, noviembre de 1971.

Fuente: SBA.

Para cerrar al componente 0 del Modelo de Sistema Viable, la figura 3 representa el flujo del proceso de operaciones del ecosistema Cybersyn, en torno a sus componentes tecnológicos.

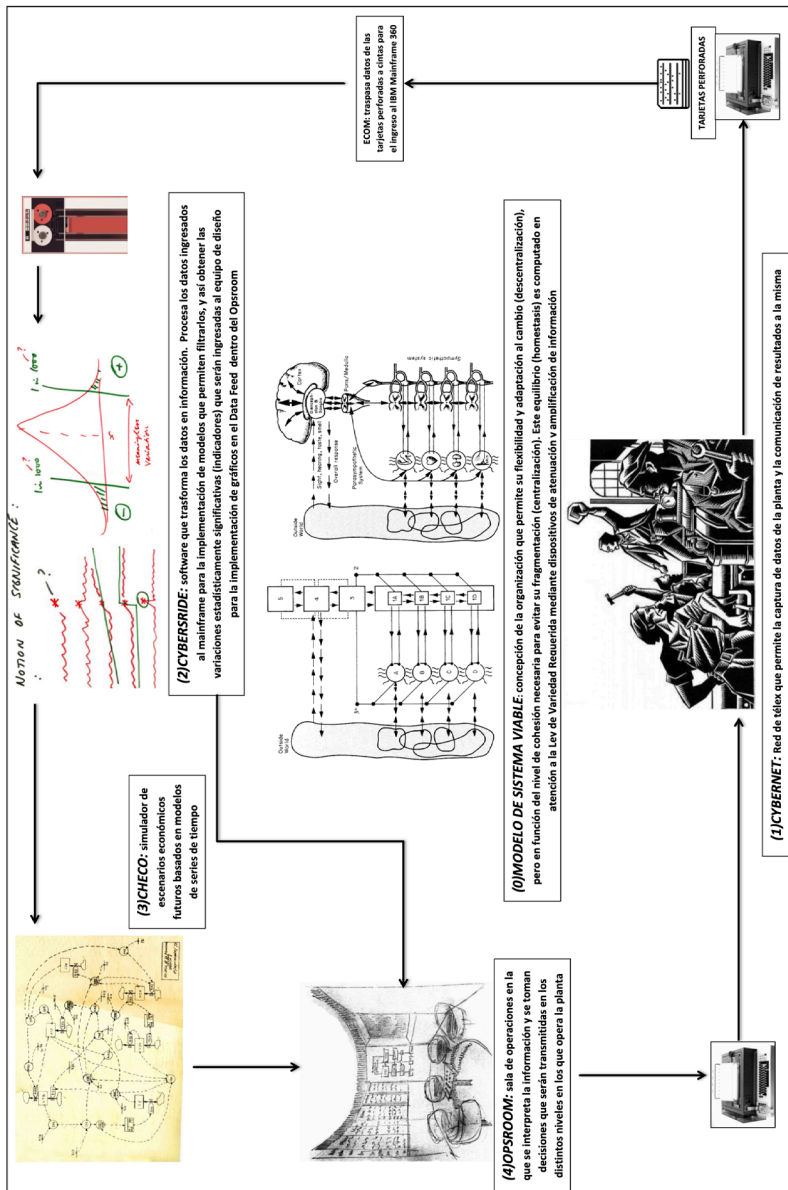


Figura 3: Representación general del ecosistema Cybersyn Fuente: Elaboración propia, en base al SBA.

## **CYBERNET: ingesta de variedad**

Un télex es un dispositivo que permite la transmisión de caracteres desde un punto a otro, conectados por un cable mediante un teclado mecánico. La red de télex cumple dos funciones. La primera es la ingesta de los datos relativos a los insumos, procesos, productos, recursos humanos, transporte y logística a nivel de cada planta, mientras que la segunda función es la comunicación de las decisiones tomadas en el sistema 5 hacia la misma planta. Si bien la planta es la unidad primaria de información, las unidades de análisis y decisión recorren desde los trabajadores, equipo, división, departamento y distintos niveles de agregación que llegan a la nación en su conjunto.

En cada planta se localizaba un télex a través del cual se registraban los datos. En primera instancia, éstos eran almacenados mediante conjuntos de tarjetas perforadas. En una segunda, estas tarjetas eran transportadas a la Empresa Nacional de Comunicaciones (ECOM), para almacenar los datos en cintas magnéticas, las que luego eran ingresadas a un computador IBM Mainframe 360 y así accionar la etapa de tareas de filtro de variedad por parte del Cyberstride. El proceso de ingesta era ejecutado una vez al día, lo cual constituye un horizonte cercano al tiempo real para efectos del contexto tecnológico de la época, por un lado, y para efectos del dominio de implementación del proyecto, por otro.

## CYBERSTRIDE: bases estadísticas de la viabilidad

<p><b>OBJECTIVE :</b></p> <p>To install a preliminary system of information and control for the industrial economy</p> <p>that will demonstrate its main features of cybernetic management and begin to help in the task of actual decision-making by March 1972</p>	<p><b>OBJETIVO:</b></p> <p>Instalar un sistema preliminar de información y control para la economía industrial que demostrará las principales características de la cibernética de gestión y será de ayuda en la tarea de las actuales tomas de decisiones para marzo de 1972.</p>
<p><b>CRITERIA :</b></p> <p>To Demonstrate</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. feedback regulation in real time.</li> <li>2. the role of hardware in effective teleprocessing</li> <li>3. the role of software, whereby sophisticated packages turn the computer into a control instrument rather than a mere EDP machine</li> <li>4. the use of populations of indices as various attributes</li> <li>5. the use of statistical probability theory at input points (by sampling) and at the point of decision (by filtration)</li> <li>6. the value of harmonic analysis of continuously variable outputs</li> <li>7. the concept of a total systems model</li> <li>8. homeostatic equilibrium and ultra-stability</li> <li>9. a truly interdisciplinary team in action.</li> <li>10. results</li> </ol>	<p><b>CRITERIO:</b></p> <p>Para demostrar:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Regulación de retroalimentación en tiempo real.</li> <li>2. El rol del hardware en el teleprocesamiento efectivo.</li> <li>3. El rol del software, por lo que paquetes sofisticados convierten al computador en un instrumento de control, más que en una máquina de procesamiento electrónico de datos (EDP).</li> <li>4. El uso de poblaciones de índices como reductores de variedad.</li> <li>5. El uso de la teoría de la probabilidad estadística en la fuente de entrada (por muestreo) y en el punto de decisión (por filtración).</li> <li>6. El valor del análisis armónico de variables de resultado continuas.</li> <li>7. El concepto de un modelo de sistema total.</li> <li>8. Equilibrio homeostático y ultra estabilidad.</li> <li>9. Un verdadero equipo interdisciplinario en acción.</li> <li>10. Resultados.</li> </ol>

Figura 4 – Objetivos Cybestride (traducción del autor).

Fuente: SBA.

Un primer filtro de variedad puede ser definido por la necesidad de todo sistema de contar con una alguna regla común para procesar la información, “comparando peras con manzanas”. Este ejercicio es conocido como estandarización o escalamiento de los datos, primera tarea del Cyberstride utilizando un método conocido como MinMaxScaler, que consiste en transformar los valores de la unidad de medida original a una expresión proporcional respecto del máximo valor teórico u observado, cuya fórmula es:

$$\text{MinMaxScaler}(X) = \frac{\text{Max}(X) - X}{\text{Max}(X) - \text{Min}(X)}$$



Donde:

$X$  es el conjunto de datos en su unidad de medida original

$Max X$  valor máximo para  $X$

$Min X$  es el valor mínimo de  $X$

Por ejemplo, si se obtiene la nota máxima en una prueba, la unidad de medida original (7) representa el 100% de la nota máxima teórica, lo que da como resultado 1, mientras que, si saco un 4, el resultado será 0,5.

Luego, los datos escalados son sometidos al cálculo de índices taxonómicos, los que fueron concebidos por Beer para la síntesis interpretativa de los resultados para cualquier tipo de actividad. Un índice taxonómico reconoce tres entradas que son descritas en la figura 5.

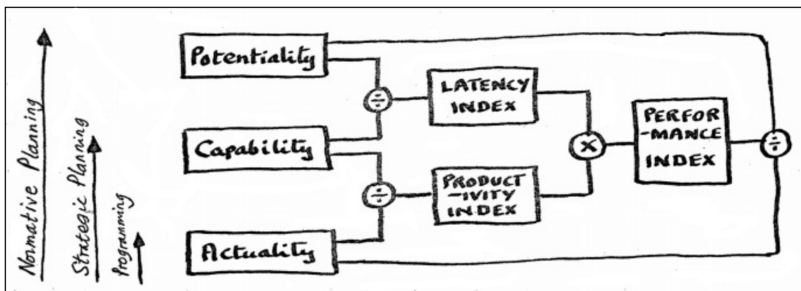


Figura 5: Esquema de índices taxonómicos. Fuente: SBA.

Los datos registrados representaban el nivel de actualidad (*actuality*) de un determinado ítem (por ejemplo, las horas trabajadas en una planta), mientras que era posible medir la capacidad óptima (*capability*) de empleo de las horas trabajadas en contraste con las dotaciones iniciales dentro de la planta y, producto de las proyecciones de esta capacidad óptima con el nivel de actualidad, se podía determinar el nivel de potencialidad (*potentiality*) de las horas trabajadas. A su vez, estas tres entradas corresponden a un determinado nivel jerárquico de la gestión, en el cual la actualidad opera a nivel de programas, la capacidad óptima a nivel de la planificación estratégica y la potencialidad a nivel de la planificación político-normativa.

Una vez obtenidos estos tres *inputs*, se calculan los índices taxonómicos que permiten observar distintos niveles del resultado para las actividades registradas. El primer índice taxonómico es la productividad, entendida como el nivel en que las actuales horas trabajadas se acercan a su capacidad óptima (capacidad óptima/actualidad); el segundo es la latencia, como el nivel en que la potencialidad es aprovechada por la capacidad óptima (potencialidad/capacidad), y, por último, la relación entre la latencia y la productividad nos da como resultado el nivel de desempeño (performance) general de las horas trabajadas.

Una segunda tarea de filtro consiste en someter a las series de tiempo de cada índice taxonómico a una prueba estadística de quiebre estructural<sup>11</sup>, para efectos de identificar aquellas que experimenten variaciones estadísticamente significativas, empleando el método de suma acumulativa o CUSUM.

Por otro lado, estos índices taxonómicos eran calculados de manera agregada según sector, rama o el total de la economía. Los resultados agregados eran reportados en los diagramas de flujo cuantificado, los que permitían identificar “cuellos de botella” en algún ámbito de actividad o recurso, según el grosor de cada una de las líneas de la figura 6.

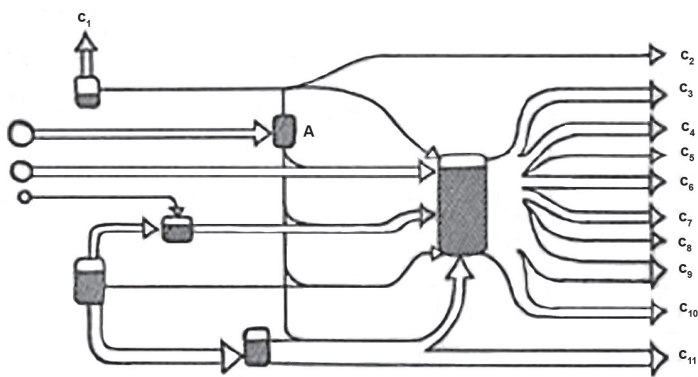


Figura 6 – Diagrama de flujo cuantificado. Fuente: Beer, 1973.

<sup>11</sup> Por “quiebre estructural” se entiende el nivel de significación estadística de las variaciones en el tiempo.

El proceso del Cyberstride concluye en dos niveles, el primero es el envío de los índices taxonómicos filtrados para la elaboración de los informes por excepción, que consiste en un set de 1.200 gráficos descriptivos para cada actividad dentro del sistema, mientras que en un segundo nivel se envían estos índices filtrados hacia el CHECO para la simulación de escenarios económicos futuros.

### CHECO: del control actual, al control posible

El CHECO (acrónimo de *Chilean Economy*) es un modelo de simulación de escenarios económicos futuros, basado en el modelo de Jay Forrester para el análisis de las interacciones dinámicas entre sistemas. La implementación computacional del modelo fue desarrollada en lenguaje DYNAMO, ha sido actualizado para lenguajes contemporáneos<sup>12</sup> y es utilizado hasta hoy para el modelamiento en el campo medioambiental.

El modelo consiste en el cálculo del índice exponencial de reservas (IER), el cual permite obtener el tiempo restante para un recurso determinado, cuya fórmula es:

$$IER = \frac{\ln(rs + 1)}{r}$$

Donde:

$r$  es la tasa de crecimiento promedio de la reserva a considerar;  $s$  es la reserva estática que, a su vez, se obtiene de  $R/C$ , donde  $r$  es el stock de reserva y  $c$  es el consumo anual de la reserva.

De este modo, se analiza la superposición de las distribuciones de los IER calculados para distintos recursos y se estiman los límites de su crecimiento. El modelo puede ser entendido como una versión generalizada de las reflexiones de Malthus respecto de los límites del

---

<sup>12</sup> Véase su implementación en R: *World2 model, from DYNAMO to R*. Recuperado de: <https://towardsdatascience.com/world2-model-from-dynamo-to-r-2e44fdbd0975>

crecimiento poblacional, dado el crecimiento geométrico de la población contra el crecimiento aritmético de los alimentos.

Por último, el modelo de Forrester incluye la representación gráfica de los IER dependiendo del tipo de reserva que se trate.

El diagrama chileno contemplaba los distintos stocks y flujos entre las reservas consideradas, para, de esa forma, identificar nodos críticos de saturación, lo que, para efectos del CHECO, implicaba la identificación de problemas económicos en función del desbalance de, por ejemplo, suministros y recursos humanos en una planta. Este diagrama era finalmente proyectado en la pantalla “Futuro” del *Opsroom*.

### ***Opsroom*: la experiencia como objeto de diseño**

Nos encontramos frente al artefacto más difundido del proyecto, debido a sus intersecciones entre arte, diseño, tecnología y gestión, que lo hacen atractivo desde una perspectiva retrofuturista. No obstante, no se conoce mucho sobre su diseño y funcionamiento.

Beer concibió al *Opsroom* como un “teatro de operaciones”, en el cual la experiencia de usuario debía ser lo menos mediada posible, donde los elementos visuales fueran centrales para la toma de decisiones orientadas por datos. El equipo de diseño, dirigido por Gui Bonisiepe<sup>13</sup>, concibió un espacio de forma hexagonal para incentivar la convergencia de sus usuarios (las figuras 7 y 8 corresponden al anteproyecto).

Ahora bien, el principal componente de la sala es el *Data Feed* o alimentador de datos, el que consiste en un sistema electromecánico de retroproyectoras accionadas mediante los botones en el costado

---

<sup>13</sup> Diseñador formado en la Facultad de diseño de la Universidad Técnica de Munich, considerado el padre de la Bauhaus en América Latina y precursor de lo que hoy se conoce como Diseño de información. Como dato curioso, su trabajo fue de gran inspiración para Steve Jobs y el Jefe de Diseño de Apple Jonathan Ive.

derecho de cada una de las sillas. Ahora bien, para comprender de mejor manera el flujo del *Data Feed*, es necesario centrarnos en sus nodos terminales, vale decir, las pantallas para el despliegue de gráficos.

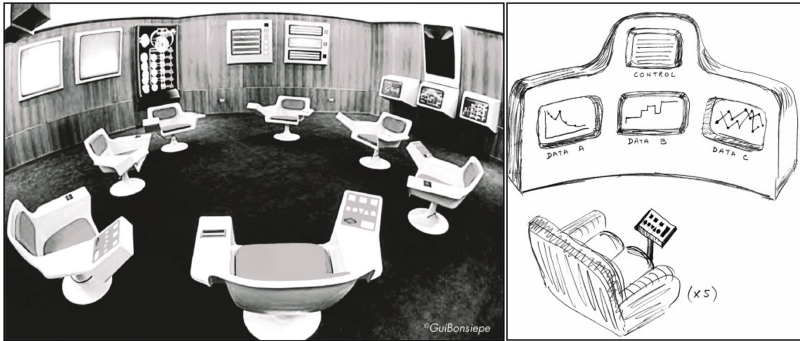


Figura 7: Panorámica *Opsroom* y boceto *Data Feed*.

Fuente: Werner, 2017 y SBA.

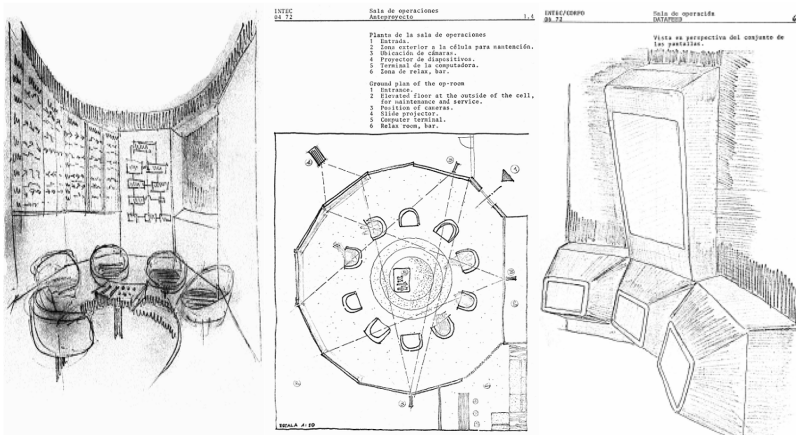


Figura 8: Boceto *Opsroom*, vista superior *Opsroom* y boceto *Data Feed*.

Fuente: SBA.

Al costado derecho de la figura 7 se observan cuatro pantallas, una fila inferior de tres pantallas (A, B y C) y una de mayor tamaño por encima de esta fila. La pantalla A proyecta el diagrama de flujo cuantificado, la B el resumen por sector y la pantalla C las series de tiempo resultantes del segundo filtro de variedad del Cyberstride. Cada una de estas tres pantallas estaba asociada a un set de retroproyectoras (figura 9), accionadas mediante los botones superiores señalados para el cuadro de mando (figura 9).

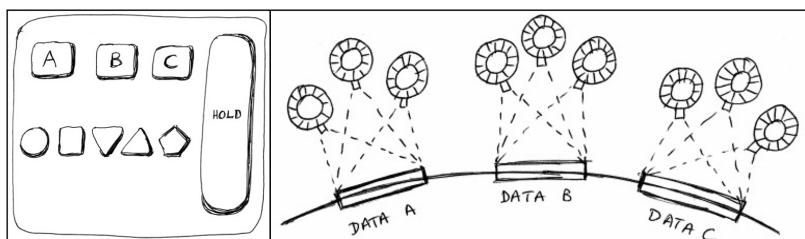


Figura 9: Cuadro de mando y esquema de retroproyectoras. Fuente: SBA.

Luego de seleccionar una de las pantallas, procedía la selección del gráfico mediante las combinaciones de las figuras geométricas en la zona inferior del cuadro de mando (figura 9), cuyo catálogo se encontraba en la pantalla superior a la secuencia de pantallas A-B-C. La primera selección consiste en el nivel de agregación de rama o “clase”, mientras que la segunda a un sector o “subclase”. De este modo, con el botón “Hold” (figura 9) era posible sostener al gráfico correspondiente en pantalla.

Así, cada gráfico corresponde a una determinada combinación entre tres pantallas (A-B-C), cinco clases y cuatro subclases. Por último, cada subclase está compuesta por 20 alternativas gráficas correspondientes a insumos, recursos humanos, etc. De este modo, el *Data Feed* se compone de un total de 1.200 gráficos dispuestos en una matriz organizada bajo esta lógica Total/Clase/Subclase. Cada gráfico tenía un identificador según la combinación Total-Clase-Subclase al que pertenece.

A su vez, cada identificador de gráfico podía ser expresado como una determinada combinación geométrica, en la cual la columna “Keying” es una cadena de cinco caracteres binarios, y cada uno representa el estado de activación (0=No activo; 1=Activo) de cada una de las cinco figuras geométricas.

El ciclo del *Opsroom* concluye con la toma de decisiones por parte de los miembros de la sala, tales como representantes de CORFO, el Ministerio de Economía, comités sectoriales y distintas organizaciones de trabajadores. Estas decisiones eran comunicadas a través del Cybernet a los distintos niveles de recursión considerados, hasta llegar a su implementación en las plantas industriales.

### **Cyberfolk: los hilos enterrados de la cibercultura en Chile**

Un hito crítico en la historia del proyecto fue el paro de camioneros en octubre de 1972, en el que solo 300 dueños de camiones no adhirieron a esta actividad financiada por la CIA, de un total aproximado de 60.000 camiones.

El gobierno utilizó los resultados del proyecto para priorizar el abastecimiento a aquellas plantas consideradas como críticas dentro de la organización industrial, cumpliendo un rol de inteligencia significativo en adelantar las acciones de sabotaje y evitar el desabastecimiento total, razón por la cual Allende decidió instalar una versión del *Opsroom* en el Palacio de la Moneda y promover al director político del Proyecto (Fernando Flores) como ministro de Economía, luego de Hacienda y, por último, a la cabeza de la Secretaría General de Gobierno.

A partir de este hito, Stafford Beer comprendió que el Proyecto era algo más que un sistema referido al control industrial, comenzando a proyectar su escalamiento hacia el sistema social y cultural en su conjunto. Este es el origen del Cyberfolk o Pueblo Cibernético, acá considerado como el máximo punto de inflexión del Proyecto, al ser la primera experiencia de gobierno en impulsar una cibercultura nacional.

La cibercultura chilena puede resumirse en el control social adaptativo de la variedad vertical (homeostasis en la centralización/ autonomía) y horizontal (control dinámico en tiempo real), en un contexto sociocultural marcado por una ampliación de los márgenes de experimentación estética, científica y política relevada a nivel de la experiencia histórica general del siglo XX.

Entre los proyectos se consideraron folletines, películas, programas de televisión y radio, muchos de los cuales no alcanzaron a materializarse, con la excepción de una canción compuesta por Ángel Cereceda Parra dedicada al proyecto, titulada “Letanía para una computadora y para un niño que va a nacer”, de la que destacamos el coro:

*Todos debemos entrar  
en esta marcha terrena  
descorriendo telarañas  
de ignorancia y dependencia.  
Exigir los beneficios  
que nos regala la ciencia.  
(Medina, 2013)*

El Cyberfolk contempló dispositivos de control adaptativo, en particular el *Algedonic Meeter*, un sistema para la medición de audiencias en un contexto de fomento a la producción de televisores, radios y tocadiscos de bajo costo por parte de la IRT (Industria de Radio y Televisión). El sistema consistía en la instalación de un Algedonómetro en cada vivienda, un dispositivo compuesto de una palanca dispuesta sobre un tablero, que podía ser girada a la derecha para denotar o expresar “felicidad” frente al contenido, o a la izquierda para el sentimiento contrario.

El resultado de cada Algedonómetro consistía en una determinada intensidad de la carga eléctrica (mientras más intensa, mayor “felicidad”), los que eran agregados para obtener un cuadro del estado de la opinión pública en relación con los contenidos difundidos. De



este modo, el Algedenómetro operaba como dispositivo de atenuación de variedad, mientras que la respuesta del gobierno como dispositivo de amplificación de variedad.

Este sistema alcanzó a ser probado en el proceso de discusión del presupuesto municipal en la comuna de Tomé, según entrevista dada por Roberto Cañete (traductor de Stafford Beer) a Enrique Rivera<sup>14</sup>, sobre lo cual no se registran mayores antecedentes.

El Cyberfolk marcó el inicio de la promoción de una forma distinta de vinculación entre la sociedad y la tecnología en un nivel masivo, y no solamente dentro de la “ilustración cibernética”. Su escalamiento sobre el resto de la sociedad implicaba concebir al ecosistema tecnológico como un facilitador de la inteligencia colectiva, en medio de un proceso de ampliación de la participación política y social de las organizaciones de la clase trabajadora.

En este proceso pueden reconocerse otros antecedentes desde el mundo del arte, como el ascenso de la acusmática, forma de experimentación de música compuesta, representada y reproducida mediante computador, en la que figuras como León Schidlowsky, Julio Amenábar y especialmente José Vicente Asuar<sup>15</sup> fueron determinantes en el crecimiento de este tiempo interrumpido.

## **Conclusiones: ¿Por qué ahora? ¿Por qué aquí? La búsqueda de un lenguaje propio**

Que la actual crisis social se desenvuelva en nuestro punto de datificación más alto no es casual, pues este proceso, si bien implica una ampliación del margen de control social, también introduce mayor

---

<sup>14</sup> Roberto Cañete Cybersyn. Recuperado de [https://www.youtube.com/watch?v=eN-E5TbKXjo&t=590s&ab\\_channel=EnriqueRivera](https://www.youtube.com/watch?v=eN-E5TbKXjo&t=590s&ab_channel=EnriqueRivera)

<sup>15</sup> Desarrollador del primer computador latinoamericano para la composición y ejecución musical, el COMDASUAR. No es descabellado pensar un “futuro pasado” con Asuar incorporándose al Cyberfolk.

incertidumbre, gracias a la capacidad de evitar que el flujo de información pueda ser centralizado completamente, por obra de la diseminación de dispositivos y plataformas involucradas en la industria.

En medio de esta tensión entre control e incertidumbre, se ha trizado lo que sostenía al relato que alguna vez hizo interesante al ciclo anterior (década 1990-2000), marcado por canonización de la apatía y la instalación de las preguntas en lengua ajena, cuando se enseñaba que el mejor mundo posible era imitar aquello que es propio de países considerados como desarrollados, y lo propio es relegado a una postal de nuestros abuelos o a un festival costumbrista.

El proceso actual se caracteriza por el levantamiento de preguntas acerca de lo propio y que, por ende, obligan a la construcción de una lengua propia. El caso más evidente al respecto es el desarrollo de la gráfica de la revuelta. En las calles se aprecian representaciones de una suerte de religiosidad popular en las gráficas asociadas a algunos íconos, como Jorge González, Violeta Parra, Gabriela Mistral, Víctor Jara o Pedro Lemebel, totalmente empolvados del repertorio sociocultural del ciclo anterior.

¿Por qué lo propio y no la identidad? Porque lo propio gira en torno a la propiedad. No es trivial que lo propio sea la antinomia de lo ajeno, mientras que la identidad no reconoce antónimo. Cuando el péndulo de la incertidumbre oscila hacia el cuestionamiento de la propiedad privada, emergen las preguntas que conforman lo propio, lo que ha permitido desenterrar de manera inevitable estos secretos celosamente guardados durante estos últimos cincuenta años.

Lo anterior es relevante para efectos de lo expuesto acá, ya que Cybersyn representa la cúspide de un proceso caracterizado por un amplio e intensivo desarrollo de distintas propuestas y expresiones orientadas hacia una nueva relación entre ciencia, tecnología y cultura. De este modo, cada vez que estos secretos sean contados, será posible confiar en que el Viejo Topo de la Historia sigue haciendo su trabajo, hoy asomando su nariz en tiempo real.

## Bibliografía

- Ashby, R. (1956). *An introduction to cybernetics*. Chapman & Hall.
- Beer, S. (1959). *Cybernetics and management*. English Universities Press.
- Beer, S. (1966). *Decision and Control*. London: Wiley.
- Beer, S. (1972). *Brain of The Firm*. London: The Penguin Press.
- Beer, S. (1973). *Práctica de la Cibernética en el gobierno*. Santiago de Chile: Corporación de Fomento a la Producción (CORFO), Proyecto SYNCO.
- Espejo, R. (1973). *Conceptos y práctica del control; una experiencia concreta: la dirección industrial en Chile*. Santiago de Chile: Corporación de Fomento a la Producción (CORFO), Proyecto SYNCO.
- Gehlen, A. (1961). *Antropología filosófica*. Editorial Herder.
- Medina, E. (2010). Cibernética Socialista en el Chile de Allende. En P. de Soto (Ed.), *Situation Room*. Gijon, Spain: LABoral Center for Industrial Art and Creation.
- Medina, E. (2013). *Revolucionarios cibernéticos. Tecnología y política en el Chile de Salvador Allende*. Santiago de Chile: LOM.
- Simondon, G. (2018). *El modo de existencia de los objetos técnicos*. Buenos Aires: Prometeo.