

# la cibernética como ciencia del control y la comunicación

RAFAEL GUTIÉRREZ CHAVERO

Cuando se piensa en comunicar algo, en transmitir alguna información, se piensa en la utilidad que la misma pueda tener en función de los intereses del receptor. Toda información transmitida requiere —para tener algún valor— ser utilizada en función de objetivos concretos de acción. Toda información comunicada implica, por parte del receptor, una conducta de respuesta que permita al emisor saber si su mensaje ha sido escuchado. La información enviada al sistema receptor activa el repertorio de respuestas que éste puede elegir.

Todo sistema recibe una influencia física e información del medio ambiente —sistemas contiguos— que configuran el mundo circundante del sistema. Esta información, producto del medio ambiente, controla por fuerza, la conducta del sistema. Un animal adaptado a un medio ambiente estable controla las variables de temperatura, posición propia, presencia de otros animales, etcétera, información que le proporcionan los sentidos, la cual tiene como fin fundamental el control

del medio ambiente por parte del sistema animal. En ese caso el sistema de comunicación naturaleza-animal contempla, como todo sistema de comunicación, un sistema informante (naturaleza), un sistema informado (animal), y un sistema de información que en este caso se sustenta en condiciones de luz, olor, temperatura, etcétera, y la capacidad manifiesta del animal para extraer información del medio ambiente que le permitirá subsistir ante las agresiones circundantes.

El principio de regulación del animal es una relación dinámica de equilibrio (homeostasis). El animal se encuentra adaptado a la situación: si el medio ambiente cambia (presencia de otro animal), el animal reacciona ante la presión que significa la posibilidad de agresión. El animal valora, como primera reacción, la información que le proporciona la situación global, la comparar con valores establecidos en un aprendizaje previo y reacciona de acuerdo con los resultados de esta comparación. En esta relación del animal con su medio ambiente la información que se genera entre

ambos sistemas propicia, primero, el control del medio sobre el animal y, segundo, el control del animal sobre el medio al modificar las agresiones del mismo.

La relación existente entre la información que recibe el sistema, sobre la efectividad de su acción y el control del mismo sobre el medio ambiente, es lo que Norbert Wiener enmarcó en una ciencia denominada *Cibernética* o EL ESTUDIO DE TODO CAMPO DE LA TEORÍA DE MANDO Y LA COMUNICACIÓN TANTO EN LA MÁQUINA COMO EN EL ANIMAL.

La cibernética abarca así dos campos: el activo o de control y el sensitivo o de comunicación. Todo control requiere recepción, procesamiento y reemisión de la información. Se inicia así estudiando todos los procesos de control que se presentan en máquinas y animales, y desarrollando analogías entre estos dos niveles. Posteriormente, Louis Couffignal la define como "el arte de asegurar la eficacia en la acción".

Toda acción requiere un fin último, un objetivo a realizar con un valor ideal establecido a nivel teórico. Para determinar el nivel de eficacia requiere contar con los mecanismos necesarios que lo informen de la efectividad de la conducta efectuada (aspecto sensitivo) para poder modificar su conducta en función de lograr sus objetivos (aspecto de control).

Existen dos tipos de sistemas que estudiaremos en el presente ensayo: los sistemas rígidos y los sistemas con retroalimentación o flexibles. Como un ejemplo grueso de sistema rígido se puede suponer al lanzador de una piedra con un blanco fijo, que considere como conducta de premio o reacción conveniente dar en el blanco. Un sistema con un programa rígido sería aquél que tiene, como única posibilidad la de efectuar un tiro y calcular las condiciones de distancia, peso del proyectil y situación del blanco con lo cual diseña un programa y ejecuta su conducta de salida. Si el lanzador tiene experiencia como para efectuar los cálculos precisos y las condiciones no cambian —algún objeto o persona interfiere repentinamente— el sistema de programa rígido logra su objetivo, pero si los cálculos

fallan una vez ejecutado el disparo, resulta imposible modificarlo en el transcurso del mismo. Pensemos en un blanco no fijo sino móvil; un sistema con programa rígido recibe información del medio ambiente (peso del proyectil, situación del blanco, etcétera), y realiza su respuesta lanzando la piedra. El tiempo de comparar la información y emitir una respuesta ha sido suficiente para que el blanco se desplace de su colocación original a otra en donde la piedra no lo alcance. En este tipo de situaciones, si no se integra la experiencia previa para calcular la velocidad del blanco, las posibilidades de acertar son muy pocas, por no decir que nulas. Pero vamos a suponer que se brinda la posibilidad de efectuar varios tiros. El tirador recibe una información de entrada, calcula las condiciones y efectúa el tiro. Calcula, mediante la comparación de la posición del blanco en el tiempo 1 y la posición del mismo en el tiempo 2, así como en la precisión del tiro y así modifica los subsiguientes disparos. Esta información que lo entería de la efectividad de su tiro es lo que se denomina retroalimentación o *Feed-back*, que proporciona la diferencia entre los objetivos ideales del sistema y su conducta real —la diferencia entre el valor máximo y el valor real— es el elemento que define a los servomecanismos o sistemas flexibles, capaces de modificar su acción en el transcurso de la misma.

Esquemáticamente todo servomecanismo recibe un valor o información del mundo exterior, a través de sus órganos o sistemas receptores; luego compara esta información con valores o escalas deseadas. Esta información se envía a un mecanismo de control el cual selecciona la respuesta adecuada y la pone en marcha por medio de sus órganos efectores o de ejecución. Este proceso se presenta tanto en el hombre como en el sistema de retroalimentación más simple.

Un ejemplo clásico de servomecanismo es el regulador de Watt, que consiste en un regulador de velocidad de un motor alimentado por vapor. El regulador consta de dos esferas metálicas ligadas entre sí por un anillo concéntrico que tiene como eje, el eje del motor y que se conecta también con una varilla que controla la entrada de vapor.

El valor de la fuerza centrífuga hace que las bolas de metal se eleven o desciendan, según la velocidad de la máquina. El anillo concéntrico que las une asciende o desciende, abriendo o cerrando la compuerta de vapor en función de una velocidad deseada.

Esquemáticamente el regulador está formado por un órgano de mando —compuerta que regula la entrada de vapor al motor—, un agente portador de energía —vapor—, un órgano detector —la altura de las bolas— y un órgano comparador —la relación de la varilla con el anillo concéntrico que compara el valor actual con el valor deseado.

. . . . . órgano comparador . . . . .  
 . . . . .  
 . . . . .  
 . . . . .  
 órgano de mando . . . órgano motor . . . detector

En síntesis, los mecanismos rígidos se caracterizan por una conducta prevista de antemano; es improbable que un mecanismo de relojería, por ejemplo, se salga de una secuencia prevista *a priori*.

Los programas de los mecanismos rígidos requieren un volumen alto de información para subsanar los cambios probables del medio; no cuentan con libertad de acción y su construcción es generalmente sencilla.

En cambio, los servomecanismos son generalmente de construcción más compleja, requieren de programas con menor información y cuentan con una relativa autonomía para modificar su acción, en función de las necesidades operativas.

### I. Algunos aspectos de la cibernética

Cuando se habla de la cibernética generalmente se confunde con la automática, ocupada únicamente en el diseño de máquinas capaces de procesar información.

La cibernética abarca como áreas fundamentales:

#### 1.1. La informática.

Se ocupa del diseño de los mecanismos de codificación, memoria y sustento físico de la

información. Esta área estudia básicamente los códigos apropiados para optimizar archivos y procesos de comunicación, la manera de sustentar información con vehículos físicos: tarjetas perforadas, cintas electromagnéticas; acomplamientos de máquinas y procesos referidos a la memoria.

#### 1.2. La automática.

Estudia la manera de lograr el control de los procesos de información por medios mecánicos. Se encarga de diseñar sistemas que logren ejecutar un sector amplio de conducta. Merino Coronado clasifica los autómatas en ocho grados progresivos: en el primer grado máquinas sencillas que carecen de estabilidad y que no están reguladas en absoluto (un cubo de agua accionado por un malacate); en los autómatas de segundo grado se establecen más conductas en su repertorio y todas rígidas; los autómatas de tercer grado se ajustan a la influencia del exterior y pueden regular la oportunidad de sus actos.

Los autómatas de cuarto grado tienen una capacidad de homeóstasis —equilibrio con su medio ambiente. Este proceso de estabilización es posible gracias a la presencia de un fenómeno de retroalimentación negativa o información de retorno tendiente a corregir desajustes o presiones del medio ambiente; es a partir de ese nivel que los mecanismos se consideran cibernéticos; en el quinto nivel se ubican autómatas que poseen efectores capaces de modificar su determinismo en función de condiciones externas al sistema, pero incapaces de modificar su propio objetivo y al nivel de cuarto o quinto grado pueden construirse autómatas que se reproduzcan a sí mismos; en el sexto grado se considera al hombre capaz de modificar su determinismo, su objetivo y su programa, limitado a los medios que tenga a su alcance.

Los autómatas de séptimo grado tienen como único límite la materia que determina su propia evolución y los autómatas de oc-

tavo grado se caracterizan por la autocreación de la materia sobre la cual van a actuar.

### 1.3. La cibernética teórica.

Aplica los avances de la automática para simular procesos que ocurren en la vida real. Se construyen modelos que representan funciones del original, se aplican en las máquinas electrónicas las condiciones contextuales del fenómeno y se aplican análisis de cambios en la simulación de procesos.

### 1.4. La cibernética aplicada.

Se ocupa del diseño de sistemas de información y control aplicando los principios generales de la cibernética.

## II. Métodos de aplicación de la cibernética

Los métodos de aplicación de la cibernética son, según Greneiewski: el análisis, la síntesis y la construcción de modelos.

El método de análisis, específicamente cibernético, contempla al universo como un conjunto de sistemas relativamente aislados que interactúan a diversos niveles. Esta concepción permite plantear el método de análisis como la búsqueda de los subsistemas componentes y las reglas de acoplamiento que forman sistemas relativamente aislados. En consecuencia, el procesamiento interno puede descubrirse según los intereses de la investigación, buscando con las unidades de subsistemas más elementales o experimentando con sistemas más complejos.

Se puede considerar a un animal como un sistema que recibe influencias (estímulos) y que ejerce una influencia sobre el universo (respuesta). A este nivel lo estamos considerando como "Caja Negra". Si deseamos subir el nivel del modelo consideraremos los subsistemas que integran esa caja negra: aparato digestivo, circulatorio, sistema nervioso, etcétera, tratando de establecer las reglas de acoplamiento de los mismos. Subiendo aún más el nivel de nuestro modelo podemos considerar los subsistemas como sistemas formados por microunidades —como los órganos del sistema digestivo— y así, hasta lograr la información necesaria para actuar en función

de intereses de modificación y control de los fenómenos estudiados.

El método de síntesis procede a elaborar axiomas (juicios de certidumbre), que determinen condiciones específicas de control sobre el fenómeno de estudio y se selecciona de un conjunto de sistemas simples que puedan combinarse sin dificultad y que den la solución al problema operativo.

Se experimenta con diversas combinaciones de estos sistemas buscando que satisfagan los axiomas planteados. Si mediante la combinación de los sistemas del conjunto establecido no llega a encontrarse la solución buscada, se aumentan los sistemas del conjunto o se reducen las condiciones de satisfacción del problema, hasta llegar a producir las condiciones necesarias de solución.

Cuando el experimento produce respuestas alternativas, se ponderan en función de su utilidad operativa y se escoge la que más se adecúa a los intereses de la operación deseada.

El método de construcción de modelos se basa en el principio de que las hipótesis resultan de una codificación apriorística de la realidad. El modelo se constituye por un conjunto de símbolos y reglas operativas que codifican el proceso que se presenta. Un modelo físico puede ser formal —un modelo a escala— o funcional —modelar las funciones de una terminal nerviosa por una barra de hierro sumergida en ácido, por ejemplo.

En este tipo de modelos se establecen una serie coincidente de características entre el original y el modelo (analogías) y se experimenta con el fin de descubrir nuevas características que posteriormente se experimentarán en el original.

Otro tipo de modelos serían los modelos simbólicos —un mapa donde se representan, mediante símbolos, lugares geográficos y distancias entre los mismos— o un organigrama donde se representan jerarquías funcionales y responsabilidades en una institución.

## III. Pensamiento cibernético y pensamiento científico

Louis Couffignal afirma que, en contraposición con la mentalidad científica clásica, la cibernética descubre

un mundo operativo que nada tiene que ver con el mundo anquilosado del científico tradicional.

Tanto el cibernético como el científico informarán de un mundo fenomenológico. El científico tradicional se esfuerza por encajonar la información en categorías establecidas de antemano, con el fin de explicarse y descubrir su comportamiento, a diferencia del cibernético,

que adapta la información a las circunstancias con el fin de modificar la realidad con eficacia.

Otra característica del método cibernético es el uso del método analógico, basado en la construcción de modelos, a diferencia del científico que utiliza el inductivo o deductivo. El pensamiento cibernético busca el control de los fenómenos más que su explicación causal.