

El papel de la comunicación en los sistemas generales

RICARDO MARTINEZ ROZO
Ingeniero Profesor Asociado Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ingeniería, Bogotá. Colombia.

Mi incursión a través del exuberante mundo de los Sistemas me ha llevado a detectar una característica constante en todos ellos. Se trata del aspecto comunicacional presente en todas las interrelaciones que existen entre los diversos componentes de un sistema cualquiera.

Esta observación me permite plantear la siguiente definición del concepto de sistema: conjunto de elementos cada uno con características propias y con relaciones de tipo Funcional y Comunicacional para lograr un conjunto de objetivos propios de este. Realmente todas las relaciones que se presentan en los sistemas tienen ese aspecto comunicacional, teniendo en cuenta la definición más restringida de este concepto, donde se exige un cambio de comportamiento en el receptor, como resultado de la influencia de un mensaje que es transportado a través de un canal adecuado de comunicación. En la figura 1 se presenta esquemáticamente esta relación comunicacional.

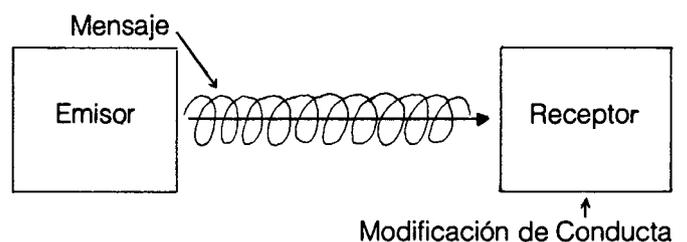


FIGURA 1. Estructura comunicacional.

A continuación analizaré algunos sistemas de diferentes áreas del saber, tomando algunas relaciones entre sus elementos para corroborar mi anterior observación.

En un Ecosistema natural en el cual se observa una de las relaciones más importantes para mantener su equilibrio: las cadenas tróficas. Existe una muy estrecha relación funcional entre los diversos individuos de una especie, el medio ambiente que les rodea y específicamente el espacio físico y la cantidad de alimento. Existe una relación de tipo comunicacional entre estos elementos, de tal forma que una cierta especie que está en etapa de reproducción comienza a disminuir el número de individuos por un mecanismo no bien conocido que co-

mo un "SINO", marca un punto en el cual los individuos dejan de procrearse. No es precisamente el momento en el cual se acaba la cantidad de alimento y que generalmente existe todavía suficiente para la población existente aunque ya comience a escasear. Tampoco se ha acabado el espacio disponible para cada individuo y para la población en conjunto. Por algún método se ha podido transcribir la información disponible en el medio ambiente y se ha producido un cambio de conducta: la población ha parado su reproducción. Esta relación comunicacional ha sido probada también en condiciones de laboratorio en donde poblaciones de ratas y moscas en ambientes artificiales han presentado el mismo comportamiento descrito.

La relación funcional que existe entre los átomos de una molécula de agua también es una relación comunicacional. Este microsistema se encuentra unido mediante enlaces electromagnéticos. Tanto partículas subatómicas como atómicas se encuentran en continuo movimiento (movimientos orbitales, vibratorios, etc.). A pesar de ese continuo cambio de posición los diversos átomos permanecen unidos. Existe un cierto tipo de mensaje que continuamente está llegando a cada uno de los átomos, el cual les asegura que no están solos ya que se encuentran encadenados conformando una estructura espacial. Cada uno de los átomos está en una posición muy definida como resultado del intercambio de información que les indica dónde se encuentran los otros átomos en cualquier momento y qué actitud deben tomar en caso de que estos cambien de posición. La molécula de agua permanecerá siempre con su forma en escuadra debido a este intercambio de información (ver figura 2).

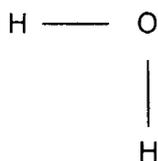


FIGURA 2. Molécula de agua.

Uno de los ejemplos que permite precisar más adecuadamente el aspecto comunicacional es el de la síntesis de las proteínas a nivel celular. Actualmente se comprende bastante bien este fenómeno. Dependiendo de un cierto ritmo biológico determinado por la función celular específica, el estado en que se encuentre el individuo (sueño, vigilia, stress, etc.) y otros factores, se produce desdoblamiento de la cadena helicoidal del DNA nuclear y se libera un RNA mensajero que transporta información enviada por el núcleo hacia el citoplasma. Es entonces cuando el RNA ribosomal comienza a fijarse en este para permitir la lectura del RNA de transferencia, quien va liberando los diversos aminoácidos que van a formar la nueva cadena proteica. Se ve claramente cómo

la información portada por el RNA mensajero ha producido una maravillosa respuesta de síntesis proteica en el citoplasma que actúa como receptor. Esta proteína podrá salir al torrente sanguíneo y servir de mensajero portador de múltiples tipos de información, tal como la insulina que viajará a diferentes células blanco con receptores apropiados y hará que su conducta se modifique consumiendo glucosa de la sangre, quemándola o almacenándola según el caso. Se conforma así una nueva estructura comunicacional de complejidad similar a la descrita en este mismo párrafo.

Otro buen ejemplo de estructura comunicacional estrecha se puede observar en el mundo celular. Las células humanas en la etapa de "huevo" presentan una rápida multiplicación que permite estructurar los diversos órganos, aparatos y sistemas, luego, en un momento determinado la replicación celular cesa. La teoría de la inhibición por contacto ha pretendido explicar este extraño fenómeno. Una célula le informa a sus vecinas que no pueden seguirse reproduciendo puesto que ya no hay espacio disponible para su prole: se ha logrado la configuración adecuada. Cada célula receptora recibe el mensaje y actúa en concordancia: no se reproduce más. Sin embargo en algunos órganos como el hígado, en los cuales se produce una agresión celular y estas son destruidas, cambiándose el tejido celular por tejido fibroso se produce un nuevo mensaje: ya no hay inhibición por contacto y se puede reiniciar el proceso de replicación celular para tratar de cubrir el defecto y repararlo, luego de lo cual, se detiene nuevamente el proceso de replicación celular.

Uno de los mecanismos de defensa biológicamente antiguo, presente en los organismos superiores es la inmunidad celular, es decir: "La capacidad que tiene el individuo para resistir a la invasión de organismos potencialmente perjudiciales tales como virus, hongos, micobacterias y protozoos, mediante la acción de estructuras celulares". Este es un asombroso sistema comunicacional existente en sistemas biológicos, apto para responder a altas velocidades a agresiones del mundo exterior. Cuando un elemento extraño al organismo humano penetra a éste, tal como los mencionados anteriormente, inmediatamente entra en interacción con unas células presentes en la sangre, denominadas macrófagos. Estas células procesan al "Intruso", lo analizan, y a partir de ese análisis emiten un mensaje que es captado por una familia especial del grupo de células denominadas Linfocitos T. Esta familia celular tiene un decodificador que le permite sólo comprender una información muy general respecto al "Intruso" y un reconocimiento de parte del mensaje que le informa que el macrófago es del mismo organismo y no un "Visitante", es decir que puede encontrar en el mensaje colocado sobre la membrana celular del Macrófago dos partes: una parte para detectar a sus

"Amigos" y otra para detectar a los "Extraños". En esta forma se ha producido una activación del Linfocito T. A continuación estas células T comienzan a replicarse produciendo dos tipos de hijas: unas que incluyen en su estructura nuclear un mensaje igual al de la célula madre, que les da capacidad para reconocer al "Intruso" en cualquier momento. Es decir, se ha implementado una memoria inmunológica que permite al organismo responder a agresiones posteriores del mismo agente, y otras que se encargan de responder a la actual agresión que está sufriendo el organismo, son las células efectoras (células destructoras del intruso). Los Linfocitos T también producen unas sustancias llamadas Linfoquinas que son nuevos mensajeros encargados de avisar a otros Macrófagos y a nuevas células que hasta ahora no habían intervenido, los Neutrófilos. El mensaje condificado en estas sustancias también tiene dos partes: una que les indica a las demás células del organismo que se ha producido una agresión, y una que provee información sobre las características del "Intruso" a las células que se van a encargar de su destrucción. Los Linfocitos T que se encuentran en el "Campo de Batalla" producen "Señales Reguladoras" que informan a las demás células T y a los macrófagos si es necesario aumentar o disminuir el grado de activación de las demás células de acuerdo con la agresividad del atacante y su cantidad y velocidad de replicación. Este último esfuerzo celular conforma un lazo de retroalimentación que permite mejorar la calidad de la respuesta, si así se requiere. El proceso global descrito permite también defenderse de células malignas y rechazar injertos.

Una de las situaciones más complicadas por su característica multifactorial (quizá también por su mismo nivel de abstracción) es la evolución de los sistemas lingüísticos. Hay un cierto equilibrio dinámico entre las diversas estructuras lingüísticas en todos los lenguajes. Este equilibrio se presenta momento a momento temporo-espacialmente. El equilibrio se obtiene mediante interrelaciones de los diversos elementos fonéticos, culturales, étnicos, etc., que intervienen. Cada uno de estos elementos fonéticos parece compartir características propia de los demás como una unidad, dando los fonemas cuerpo a las palabras, las cuales conforman párrafos y estos componen toda la estructura verbal y escrita de la comunicación de un pueblo. En esta situación parece mantenerse un estado de alerta que permite responder a los cambios que presentan los vocablos y con ellos toda la estructura lingüística, metafóricamente: "como si un grupo de cambios llamara a sus compañeros de vanguardia quienes en vertiginosa carrera intentarían crear un nuevo momento de equilibrio dinámico".

Así el proceso de cambio lingüístico se genera mediante un estrecho intercambio de información que permite la incorporación de nuevos vocablos y la modificación de

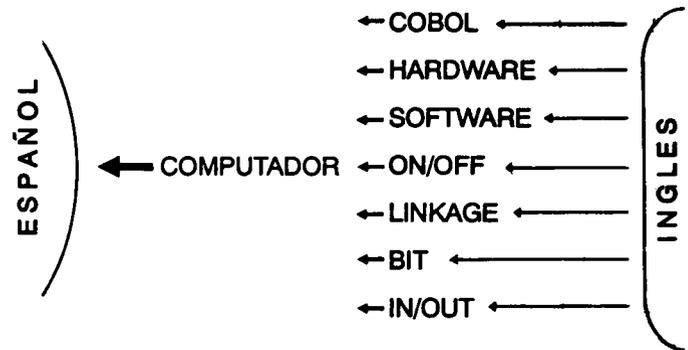


FIGURA 3. Estructura lingüística.

los existentes para responder a nuevas necesidades lingüísticas. También los diversos lenguajes, dialectos, etc., se encuentran en continuo intercambio de información. Los diversos lenguajes se van apropiando de elementos lingüísticos que pertenecen a otros debido a necesidades particulares que los obligan a dar nombre a los nuevos entes de la vida moderna y cada uno de ellos trae consigo su "séquito" para implantar su reinado en un lenguaje bien lejano del lenguaje fuente. Si todo este gran proceso no se realiza los vocablos pierden inmediatamente su vigencia y son eliminados mediante selección natural (ver figura 3).

No por casualidad he utilizado sistemas de elevada perfección en cuanto a estructura y funcionalidad para mostrar claramente la existencia de las relaciones comunicacionales. He querido mostrar relaciones que mantenidas en un adecuado nivel de funcionamiento generan resultados óptimos, y que por el contrario, sin un funcionamiento adecuado producen los grandes problemas de los sistemas. Intentaré, al respecto, analizar nuevamente algunos de los ejemplos planteados anteriormente.

En la inhibición por contacto de la reproducción celular parece estribar el problema del cáncer. Por alguna razón hasta ahora no establecida la célula no entiende el mensaje que le envían sus vecinas y es así como se sigue reproduciendo indefinidamente formando los tumores. Algunas de estas células mediante un tratamiento adecuado como radioterapia o quimioterapia "Volverán a entrar en razón" y dejarán de proliferar desorganizadamente.

En el caso del proceso de síntesis proteica, si en alguna de las diferentes etapas de éste se daña el mensaje, por una mutación, por ejemplo, el proceso podrá o no seguir adelante dependiendo de los daños sufridos. Habrá siempre alguna posibilidad de recuperar la información deteriorada por medio de un sistema enzimático que corrige el defecto. Pero cuando esta corrección no se logra, podrá contener información inadecuada que producirá

cadena proteica no apta para cumplir con la función biológicamente establecida.

Cuando en el mecanismo de la inmunidad celular el macrófago es capaz de codificar un mensaje sobre su membrana, después de procesar al "Extraño" pero hay deficiencia de Linfocitos T. la respuesta producida por estos Receptores es inapropiadamente baja y entonces el agresor puede proliferar en el organismo sin dificultad. Esto es lo que sucede en individuos con deficiencias inmunológicas de este tipo. Estos presentarán, por ejemplo, infecciones virales frecuentes que les producen estados avanzados de postración.

Un nuevo ejemplo de enorme complejidad, en el cual se observan las relaciones comunicacionales y el caos que se produce cuando estas fallan es el sistema familiar. En este sistema pueden intervenir múltiples elementos humanos en constante interrelación e interacción. Los hijos aprenden de sus padres, los padres guían a sus hijos y les muestran el mundo cambiante, los hijos intercambian sus experiencias y sus expectativas entre sí y con sus abuelos, tíos, etc. Sin embargo, cuando los canales de comunicación fallan, se producen grandes cataclismos como la barrera de las edades de los jóvenes en la pubertad quienes comparten lo menos posible con sus padres, metidos dentro de una caparazón de sueños formada por una vibrante imaginación sumada a la inestabilidad biológica propia de su edad, a un mundo exterior abrumadoramente hostil, y a la acción de elementos ajenos a la familia que impelen al adolescente por caminos oscuros, seguramente reprobados por la estructura familiar. Es así, como en las primeras escaramuzas tratando de plantearse un canal autoritario de comunicación vuelan en mil pedazos los conceptos de autoridad, hogar y la rebeldía toma curso sobre cualquier intento que explote el sentimiento de unidad familiar.

La inadecuada comunicación entre los padres es, quizá, la primera causa que produce la destrucción del sistema familiar en cortos períodos de existencia. Cuando no se comparten los problemas y las alegrías sino solamente los odios y los rencores, y se adolece de la capacidad para percibir mensajes sutiles, captarlos y actuar en consecuencia, se está perdiendo esa comunicación no formal que enriquece a la familia y mantiene su integridad por encima de todo.

En todos estos ejemplos se observa que el mensaje enviado puede ser de diferente naturaleza: verbal, no verbal, químico, electromagnético, mecánico, etc. Lo más importante es que el decodificador que utilice el receptor permita convertirlo a un lenguaje entendible por éste, de lo contrario tendremos un universo de mensajes incomprensibles por falta de un decodificador adecuado.

Como se ha visto, realmente cada Relación Funcional existente entre dos elementos cualquiera de un sistema se acompaña siempre de una relación comunicacional. Esta es indispensable para mantener su funcionalidad. En cada caso el comportamiento del canal puede ser diferente y así, el emisor puede o no conocer el resultado producido por su mensaje, en tal caso la estructura comunicacional poseerá sólo un canal unidireccional, simple y no existirán canales accesorios de intercambio de información. Si el emisor recibe información del receptor, quien le informa sobre el resultado de su mensaje, se tendrá una estructura de mayor eficiencia y complejidad ya que el emisor podrá ahora modificar su mensaje para obtener el resultado deseado en el receptor. En este caso existe un canal bidireccional para intercambio de información y tanto emisor como receptor se alternan en sus funciones. Esto puede suceder en una relación enriquecedora entre profesor y alumno, en un sistema educativo: el profesor enseña a su alumno a utilizar una nueva instrucción de programación y le solicita que la experimente en un programa ejemplo. Este puede observar cómo el estudiante recibe el mensaje y modifica su comportamiento: elabora el programa solicitado y se sienta frente a una terminal de computador para tratar de ponerlo en funcionamiento, indagando sobre las posibles variantes de la instrucción presentada por el profesor. Así se produce una nueva comunicación en la cual se han invertido los roles; el estudiante actúa como emisor y el profesor como receptor. El profesor se entera de la forma cómo ha sido captado su mensaje, y con esta nueva información reinicia el proceso de enseñanza de nuevas instrucciones, teniendo en cuenta la experiencia obtenida en la etapa anterior.

A pesar de la aparente simplicidad de algunas estructuras comunicacionales, su comprensión ha sido objeto, en la mayoría de los casos, de profundos estudios en diversas áreas del saber. El hombre primitivo se interesó por comprender los sonidos producidos por los pájaros. El hombre de hoy sigue preguntándose su significado y quizá pase aún algún tiempo antes de que se pueda tener una comprensión adecuada de esta comunicación multitonada. Pero por el momento, se debe tener en cuenta que el hombre establece estructuras comunicacionales múltiples en los sistemas que elabora. Estas estructuras continuamente fallan y sus fallas producen descompensaciones que los desarticulan generando disminución de su eficiencia hasta que desaparecen o deben ser retirados. Por tanto, si se diera mayor atención a estas interrelaciones se podría tratar de resolver las continuas fallas de los Sistemas Humanos y en algunos casos resolver sus grandes problemas, y tal vez, el conocimiento de las ESTRUCTURAS COMUNICACIONALES de los sistemas naturales permita mejorar la vida del hombre y poder vivir en paz con la naturaleza.