

**Tomado de: Ortiz CP. (2004) Cuadernos de Psicobiología Social 1. Introducción a una Psicobiología del Hombre. Fondo Editorial de UNMSM, Lima.**

## **CAPÍTULO 3**

### **LA INFORMACIÓN Y LA ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA VIVO**

*El concepto de información a partir del sentido común. La biogénesis y la aparición de la información. La información y los procesos de la vida. Categorías de información y el desarrollo del sistema vivo. ¿Qué es, entonces, la evolución y la selección natural?*

En este capítulo daremos una visión general acerca de los procesos esenciales del desarrollo del sistema vivo del que formamos parte. Se discutirá primero la naturaleza y la importancia de la información como determinante de la vida. Luego se explicará cómo suponen apareció la información y con ella la vida en nuestro planeta, y cómo gradualmente fueron surgiendo sistemas vivos cada vez más complejos hasta que se formó la sociedad de la formamos parte. Nuestro objetivo es llegar a explicar qué son realmente la vida, la sociedad, la conciencia y la personalidad.

#### **3.1. El concepto de información según el sentido común**

Hemos sostenido (Ortiz, 1994; 1997; 1998; 2002) que los procesos esenciales que determinan la estructura y actividad de todo sistema vivo serían de naturaleza informacional (no *informativa*, pues no se trata de medios que informan, de artefactos informáticos, ni de medios de comunicación). Esta es una propuesta teórica que interpreta los datos empíricos que se disponen acerca de la estructura de los seres vivos, desde la bacteria hasta la sociedad; una propuesta que lógicamente requiere, a su vez, de una demostración o comprobación. Esto, sin embargo, requiere de un desarrollo del concepto de información, lo que haremos a partir de una reseña de los conceptos de información que se basan en el sentido común, tal como han sido elaborados desde el punto de vista de la ingeniería de las comunicaciones, y sobre todo de la filosofía de las ciencias naturales.

Con tal objetivo, tendremos en cuenta, en primer lugar, que todas las teorías acerca de la información sólo describen lo que para nosotros es la información social (Ortiz, 1994). En efecto, al definir la información sólo como información social, el concepto puede ser aplicado sólo analógicamente a la información genética (como lo hace, por ejemplo, Lwoff, 1966). Por esta razón, la información genética se la define en términos metafóricos, como si se tratara de mensajes o reglas cuasi explícitas, sin cambiar el significado que otorga el sentido común a estos mismos términos y sin tener en cuenta que, así como el concepto de conocimiento, estos términos se refieren a formas de relación de tipo social, que necesariamente tienen su representación psíquica. En realidad, sólo la sociedad y las personas que la conforman pueden usar esta clase de información, puesto que sólo la sociedad puede controlar o regular la actividad personal de sus miembros por medio de reglas, normas o leyes explícitas, y que por esta razón las personas que han aprendido previamente dicha información pueden controlarse o regularse a sí mismas en forma consciente. En cambio, la información dentro de los sistemas vivos individuales –en las células, los tejidos, el cerebro–, son estructuras formadas por moléculas de ADN, de hormonas, o por impulsos nerviosos, y si se quiere por *memes*, cuya actividad determina la organización, la estructura y el curso de los procesos internos del mismo individuo. Se trata aquí de demostrar como dicha estructura molecular, bioeléctrica o psíquica organiza al ser vivo por medio de la doble determinación ya aludida.

La información en sí no puede ser definida sólo en términos de la descripción de lo que objetivamente parece ser la información social. Es decir, no podemos seguir el criterio según el cual términos como mensaje, noticia, regla, ley, norma, orden, instrucción, programa, código,

dato, señal, que designan o describen la actividad social de los hombres se asocian a los de la física o la química para explicar, por ejemplo, la actividad cerebral, por simple analogía, como si se existieran redes de esclavos que dependen de un ejecutivo central que da las reglas o las instrucciones a las células, los tejidos, los órganos, al sistema nervioso o al ser vivo en sí.

La revisión de los conceptos que se han sugerido acerca de la información desde que esta palabra empezara a usarse en el contexto de las ciencias naturales, se basa en los trabajos de Brillouin (1962), Ursul (1972), Bunge (Bunge, 1989; Bunge y Ardila, 1988) y Mosterín (1994), y en las breves introducciones que acerca del tema han publicado entre nosotros Biondi y otros (1996), Rojas (1997, 1998) y Barreda (2002). En la tabla 3.1. se presenta una lista de los conceptos más estrechamente ligados al de información, y en la tabla 3.2., se enumeran las definiciones más comúnmente usadas acerca del concepto de información.

---

TABLA 3.1.

CONCEPTOS RELACIONADOS CON EL DE INFORMACIÓN

- En el campo semiótico
  - Mensaje, noticia
  - Signo, significado
  - Dato, señal
  - Conocimiento
  - Lenguaje
- En el campo informático
  - Informar, informática
  - Procesamiento, almacenaje
  - Comunicación
  - Transmisión
  - Código, codificación (encodificación, decodificación)
- En el campo cibernético
  - Diversidad, variedad
  - Ordenamiento, organización, programación
  - Cibernética
  - Regulación, control
  - Retroalimentación (retroacción) y proalimentación (proacción)

---

Aunque no haremos una revisión exhaustiva de las teorías acerca de la información (se pueden consultar los textos referidos, especialmente Ursul y Barreda), recordemos que el primero en sugerir el concepto de información en su versión científica actual fue Leo Szilard en 1929, cuando trató de resolver el problema del *demonio* de Maxwell al que ya hemos aludido. Su idea fue que para conocer el comportamiento de las partículas dentro de un sistema cerrado, como el caso del gas en el recipiente aislado, era preciso disponer de un dispositivo que *cambie información en entropía negativa*; es decir, un dispositivo que debía proporcionar información acerca del estado del gas *ordenado* de algún modo en un instante dado en el recipiente. Este concepto será imprescindible para explicar la clase de información que llamamos social, como veremos más adelante.

Otro evento, naturalmente entre otros, de especial importancia fue la publicación del trabajo de Turing en 1937 sobre los números computables, o lo que se denominó después la Máquina de Turing (véase, por ejemplo: George, 1962). Con este trabajo se dio inicio al desarrollo de la tecnología de la computación y con ella la explicación del cerebro y la mente usando la analogía del computador.

La contribución más importante de los últimos tiempos ha sido la de Shannon (1948/1968), y se ha dicho que, junto a la obra de Wiener, marca el inicio de la era de la información (la era cibernética, para otros) en la historia. La teoría de Shannon se la clasifica como la teoría

estadística de la información, porque al estudiar el problema de la comunicación de mensajes a través de los medios tecnológicos en uso, se llegó a establecer que la cantidad de información que se “transmite” a través de un canal, como el del teléfono o la radio (la televisión o la *Internet* más actuales) se puede medir en términos del número de alternativas probables en dígitos binarios (0,1). De allí por que usamos hoy en día el *BIT* (de *Binary digITs*) como unidad de medida de la información.

TABLA 3.2  
DEFINICIONES DE LA INFORMACIÓN

1. Es la inversa de la probabilidad:  $I = \log_2 1/P$ . La información es función de la no-probabilidad de un mensaje (Shannon, 1948)
2. Es indeterminación, elección, selección, incertidumbre  $I = \log_2 N$ . La información se mide por el número de elementos diferentes (Watanabe, 1988)
3. Es la medida de la diversidad: cambio, diferencia, variedad, originalidad, disimilitud en la distribución de la energía o la materia en el espacio y en el tiempo. La diversidad aparece cuando hay una diferencia entre dos elementos. La información es la diversidad en la unidad (Ashby, 1956)
4. Es estructura: la información es una medida de la estructura de un conjunto de objetos individuales (Watanabe, 1988)
5. Es una forma de reflejo: es el reflejo ordenado de la realidad; es diversidad reflejada, diversidad que un objeto contiene sobre otro objeto (Novik, 1964; Ursul, 1972)
6. Es neguentropía: Información es la inversa de la entropía de un sistema (Brillouin, 1962)
7. Información es toda estructura material incluida dentro de un sistema igualmente material, que al reflejar tanto la actividad interna de este sistema como la estructura del ambiente que lo rodea, su actividad determina la organización del mismo sistema en la forma de un individuo o una sociedad que se reproduce, automantiene y muta. Es una estructura cuya actividad organiza todo sistema material que se caracteriza por a) integrarse a sí mismo y mantenerse por sí mismo, y b) reproducirse a sí mismo y modificarse por sí mismo; y que por ello se denomina *sistema vivo* (Ortiz, 1964).

Veamos un caso hipotético para tener una idea general de la medida de la información (social). Deseamos calcular la cantidad de información, es decir, el número de bits de información que se necesita para identificar al alumno José que forma parte de una clase de 32 alumnos.

1. ¿Está entre los altos o los bajos?: –está en la mitad de los más altos; así tenemos 1 bit de información (y quedan 16 alumnos)
2. ¿Está entre los gordos o los delgados?: –en la mitad de los delgados; ya tenemos 2 bits de información (quedan 8 alumnos)
3. ¿Está entre los que tienen notas mayores o menores de 13?: –está en la mitad de los que tienen notas mayores de 13; así llegamos a 3 bits (quedando 4 alumnos)
4. ¿Está entre los que han nacido en Lima o en una provincia?: –en la mitad de los que han nacido en Lima y son 4 bits de información (para quedarnos con sólo 2 alumnos)
5. ¿Está entre los que han nacido en 1963 o en 1964?: –en la mitad de los que nacieron en 1963, que es el bit número 5, y así queda sólo un alumno.

Tenemos pues un alumno que es identificado como alto, delgado, tiene notas mayores de 13 y nació en Lima, en 1963. Se necesitaron 5 alternativas igualmente probables que dan la

cantidad de información necesaria para identificar o caracterizar a un individuo entre un número finito de individuos.

Esta cantidad de información  $I$  puede obtenerse por medio de la fórmula

$$I = K \ln P$$

donde  $P$  es el número de elementos igualmente probables. En el caso del ejemplo estos elementos son 32, y el logaritmo natural (de base 2) de 32 es 5 (porque  $2^5 = 32$ ); luego, la cantidad de información será de 5 bits.

Simultáneamente a la publicación de la teoría estadística de la información de Shannon, Norbert Wiener publicó en 1948 su teoría cibernética sobre el control y la comunicación en los animales y las máquinas, que trajo consigo una manera más general de explicar los procesos de regulación y control dentro de los seres vivos y las máquinas.

Pronto se vio que la teoría de Shannon no puede aplicarse a campos donde no es posible determinar la probabilidad de un acontecimiento, por ejemplo en el arte, la epistemología. Por esta razón, muchos otros teóricos han tratado de encarar esta cuestión desde otros puntos de vista. Infortunadamente, todos estos intentos han partido de conceptos matemáticos que poco han tomado en cuenta la realidad en sí. Por ejemplo, se han propuesto teorías de la información sin el empleo del concepto de probabilidad, como son la teoría combinatoria, la teoría topológica, el enfoque algorítmico; el concepto de información como medida de una estructura, como medida de la diversidad, entre otros.

Se ha señalado que si bien a partir de la fórmula de Shannon se deriva el concepto de cantidad de información, y a partir de la cibernética el concepto de control por retroalimentación, en realidad, en ningún caso se define *qué* es la información ni en *qué* consiste realmente el contralor o aquello que se comunica, más allá de las definiciones de sentido común. Una salida a esta limitación ha sido la de enfocar la definición de la información en términos de los procesos de comunicación, usando, por ejemplo, los conceptos de codificación, transducción, transcripción y traducción de datos y señales que, como se dice normalmente, contienen información. De este modo se describe cómo se transmite o se comunica la información (el mensaje) de un sistema a otro, pero aún así, tal como se ha insistido sobre todo en medios filosóficos, los datos y las señales no son la información, sino que la contienen, y de este modo tampoco se define qué es la información.

También se ha tratado de diferenciar varias clases de información, por ejemplo según los niveles de desarrollo de la materia en general, habiéndose llegado a distinguir entre la información de la naturaleza inerte, de los seres vivos y de la lógica. Dentro de esta línea de pensamiento se ha sugerido que existe una clase de información netamente humana o social. En esta dirección, han tenido notable influencia la teoría semántica de la información surgida dentro de la teoría lógica; la concepción pragmática surgida dentro de enfoques de corte conductista, y la concepción estética que tiene la intención de explicar los aspectos subjetivos de la afectividad (Véase: Ursul, 1972).

Si bien las definiciones son importantes para precisar un concepto, se requiere de una teoría para explicar la naturaleza del objeto material al que hace referencia dicho concepto. Las teorías que se han sustentado para precisar la naturaleza de la información, son muchas. En la tabla 3.3. enumeramos las más populares.

Avances importantes en la tarea de definir qué es la información son los enfoques de Ross Ashby y de Iliia Novik. Ashby (1956) define la información en términos de diversidad. Su teoría parece incluir a todos los demás conceptos de información, como si cada una de las concepciones tuviera en cuenta sólo una clase de diversidad. El concepto de diversidad de Ashby gira en torno a los de cambio, variedad y diferencia; además incluye a los de ordenamiento, organización y control.

El enfoque de Novik (1964) parte del concepto de *reflejo* que es definido como una propiedad esencial de la materia. Mantiene la oposición entre información y ruido, y define la información como un reflejo ordenado de la materia, en tanto que el ruido sería un reflejo desordenado de la misma. Con esto deja sentadas las bases para explicar la relación entre la naturaleza y la conciencia como una relación de carácter informacional. Ursul (1972) por su parte, relaciona la teoría de la diversidad con la teoría del reflejo para concluir que la información es el contenido del reflejo, donde el contenido está dado por las diferencias

internas de un objeto que refleja a otro objeto: de este modo, dice, "la información, (...) puede presentarse como *diversidad reflejada* (cursiva en el original), y precisamente diversidad que un objeto contiene sobre otro objeto." Este enfoque concluye, sin embargo, en que la información es una propiedad universal de la materia, y que por lo tanto ella existe tanto en la materia inerte como en la materia viva, con lo cual invalida su utilidad científica, como ya han hecho notar varios autores, sobre todo Watanabe (1988) y Bunge (1988), desde puntos de vista diferentes.

<p>TABLA 3.3.</p> <p>TEORÍAS ACERCA DE LA INFORMACIÓN</p> <p>A. TEORÍAS CUANTITATIVAS:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Probabilísticas o estadísticas</li><li>2. No probabilísticas</li></ol> <p>B. TEORÍAS CUALITATIVAS:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Combinatorias</li><li>2. Dinámicas</li><li>3. Topológicas</li><li>4. Algorítmicas</li></ol> <p>C. TEORÍAS CUALITATIVO-CUANTITATIVAS</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Medida de la diversidad</li><li>2. Medida de la estructura</li><li>3. Teorías de la regulación y control</li></ol> <p>D. TEORÍAS DIALÉCTICAS</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Medida del reflejo</li><li>2. Teoría sociobiológica</li></ol>
--

Recientemente, el concepto de información ha sido analizado en los círculos filosóficos, sobre todo positivistas, pero para arribar a conclusiones bastante contradictorias, como son los puntos de vista de Bunge y de Mosterín. Según el primero (Bunge, 1989; Bunge y Ardila, 1988), el valor explicativo del concepto de información es prácticamente insignificante, tanto respecto de la vida en general como de la mente en especial. Señala que el concepto de información tiene el mismo sentido de significado, señal, mensaje, conocimiento, comunicación por medio del lenguaje, y de allí deduce que los conceptos de información en general y de información genética en particular, se pueden descartar como conceptos científicos. Concluye en que información es igual a comunicación de conocimiento por medio de una conducta social que implica la transmisión de señales, por medio del lenguaje, por ejemplo. De inmediato notaremos que el concepto de información se usa aquí como una derivación del verbo informar, de modo que por sentido común la información tendría que ver sólo con hacer saber o dar a conocer.

Hablar de información genética sería posible, según el mismo Bunge, sólo en un burdo sentido figurado. Decir, por ejemplo, que el núcleo de la célula es un emisor que envía mensajes químicos al resto del organismo que vendría a ser un receptor de señales es, usando los propios términos del filósofo, indudablemente un disparate.

Por su parte Mosterín (1994) dice que "Las señales son eventos, procesos, configuraciones u objetos materiales que, en virtud de su forma, son portadores de información", para agregar que "La información misma es algo inmaterial", pues sólo las señales que la transmiten son realidades materiales. Esta afirmación tiene claramente el mismo sentido de la concepción del lingüista Saussure (1916/1945) cuando dice que el lenguaje es

forma y no sustancia, y de Ashby (citado por Novik, 1962) cuando afirma que la información no es materia ni energía sino diversidad, lógicamente en un puro sentido especulativo.

No obstante, el mismo Mosterín señala implícitamente que la información es de naturaleza material cuando afirma que se la puede definir en tres sentidos distintos: 1) como información sintáctica, como forma o estructura; 2) como información semántica, como correlación, y 3) como información pragmática, como capacidad de cambiar el estado del receptor. De hecho, si no fuera material, no podría tener estructura, y sobre todo, si no fuera algo material no podría cambiar el estado de un receptor material, como son un ser vivo, un hombre o las cosas hechas por estos. En otro sentido, si las señales que emite un animal contienen información, y ésta está sólo en el cerebro, mejor sería decir que la información es de naturaleza psíquica, que no existe información en la forma de noticias, de mensajes, sino de ideas, afectos, intenciones; o que sólo existe la información psíquica. Lógicamente que así quedaría claro el concepto de que también las ideas son algo material, aunque no únicamente una función del cerebro.

Además, Mosterín asegura que la información pragmática es la información en sentido pleno, y que hay tres tipos básicos de ésta: 1) la información descriptiva, 2) la información práctica y 3) la información valorativa. Esta es una manera de decir que la única clase de información que existe es la información que usan los hombres (y los animales, según este autor) para comunicarse entre sí. Pero luego, al afirmar que además de las anteriores, existe la información genética en el núcleo de las células, Mosterín deja sentada la idea de que la información no son solamente los mensajes por medio de los que se comunican las células y los animales que tienen cerebro, sino algo más que esto, algo que él mismo no ha podido deducir. Más aún, en la misma raíz de su razonamiento, hay otra falla conceptual, cuando antes de asegurar que hay sólo una verdadera clase de información, la información que denomina pragmática, primero cree separar tres clases de información que, en realidad, son tres aspectos o propiedades de la información (social, como veremos). Estaría mejor que nos dijera que la información tiene tres propiedades que aparecen como forma, correlación y norma, y que es de tres clases: descriptiva, práctica y valorativa.

Siguiendo a Ursul (1972), Rojas (1997) hace bien en señalar que, en comparación con las teorías estadísticas, más comprehensivas son las concepciones humanistas de la información, aunque como aquél, también llega a afirmar que la información es una propiedad inherente a toda la materia. Estaríamos de acuerdo con esta postura, siempre y cuando aceptemos que dadas ciertas condiciones especiales, en cualquier región del universo la materia puede llegar a organizarse como información, como ha sucedido en nuestro planeta, donde los mismos elementos químicos que existen en cualquier otra región del universo han llegado a conformar un sistema vivo. Por lo tanto, no se trata de que toda la materia tenga propiedades informativas, o que la materia inerte proporcione información; lo que tiene sentido es que la materia organizada como sistema vivo sí tiene tales propiedades, tal como hemos argumentado previamente (Ortiz, 1994, 1998) y también veremos más adelante.

Por otro lado, como también señala el mismo Rojas, se debe destacar que hay una íntima relación entre la información y el conocimiento del mundo por parte de los hombres, y coincidimos con él cuando refuta la idea de Ernst Cassirer según la cual el hombre es un *animal simbólico*, por el hecho de que ya no vive en un universo físico puro, sino en un "universo simbólico". Al respecto, Rojas precisa que se debe "definir al hombre como un ser *sígnico* antes que como un «*animal simbólico*» (...). En buena cuenta porque estamos persuadidos de que el hombre posee, en exclusiva, una capacidad sígnica...". Esto implica que para una sociobiología del hombre, una cuestión primordial es descubrir en qué consiste esta capacidad.

Nuestra posición es que la información es atributo exclusivo de la materia viva y que sólo los seres vivos generan información acerca de su ambiente fisicoquímico, únicamente dentro de ellos mismos. Es decir, lo que hacen los seres vivos es generar información dentro de sí respecto de ciertas estructuras o procesos materiales que están presentes en su ambiente exterior, siempre y cuando tales individuos tengan receptores o sensores para codificarlos y procesarlos como información cada vez que necesiten incorporar o evitar algún elemento físico o químico, o tengan que adaptarse a alguna situación que sucede regular o fortuitamente en dicho ambiente.

Lógicamente que este ambiente no es inmaterial, sino tan material como todo el resto del universo. Lo único que se requiere es explicar en qué se diferencia este universo social del universo natural. Esta explicación exige que se defina la naturaleza de los procesos que determinan la organización de la materia dentro del sistema vivo, en general, y la organización de la materia que constituye el sistema de la sociedad que nos contiene, en especial.

Las concepciones clásicas de Shannon (1948/1968) y de Ashby (1956/1966) acerca de la información, deben aceptarse como procedimientos restringidos a la medida de la información de tipo social, aquella que se procesa en la forma de datos o señales a través de los sistemas de comunicación y de codificación de esta clase de información en los diversos medios inertes así transformados por la actividad social de los hombres (como son los diversos lenguajes que han existido o existen). Naturalmente que si este es el único objetivo del técnico o científico, no interesa qué es la información en sí, y estaríamos en un momento similar al de la medición de los fenómenos físicos cuya naturaleza no se conoce, como sucedió con el concepto de energía cuya naturaleza se llegó a definir tiempo después de que se la pudo medir. En efecto, se puede medir el calor sin necesidad de saber qué es realmente. Luego, se puede medir la cantidad de datos o señales que contiene una noticia, un libro o un disco duro, así como la diversidad de características o elementos de una estructura cualquiera. Pero, desde el punto de vista de la explicación científica de la actividad social del hombre, necesitamos saber, sobre todo, qué es exactamente aquello que se mide, pues podría suceder, como parece ser el caso, que la información no sea sólo un tipo de estructura material artificial creada y producida por el hombre, sino un tipo de estructura igualmente material, pero natural, que existe desde que apareció la vida en este planeta, y que talvez explica de que naturaleza es la vida misma.

Es pues evidente que dentro de la ingeniería de las comunicaciones, y de la filosofía, sólo se ha llegado a reconocer aquella clase de información que usan las personas para comunicarse entre sí; aquella que se la reconoce en términos de señales o datos, de mensajes o noticias, de significado o de conocimiento. Este es el mismo concepto que se extiende y se aplica de modo analógico, casi metafórico, para explicar como los genes "controlan" la reproducción de las células y como se heredan los rasgos que caracterizan a los miembros de una especie. Éstas serían en el mejor de los casos las conclusiones más fáciles de aceptar. El ya citado Mosterín (ob. cit.), por ejemplo, llega a concluir en que existe sólo dos clases de información: la codificada en los genes de las células y la codificada en los *memes* del cerebro de los animales. Según este concepto, las noticias, las señales nerviosas y las moléculas mensajeras (como las hormonas), serían solo señales que transportan la información. Puestas las cosas en estos términos, la información queda como algo que no existe o que no puede definirse.

Efectivamente, si seguimos el planteamiento de Mosterín, es posible llegar a la misma conclusión de Bunge. Hemos visto que según el primero, las señales son objetos portadores de información, pero que la información misma es algo inmaterial, con lo cual prácticamente afirma que no existe. Por eso nos llama la atención que diga que "La información genética contenida en nuestro genoma puede dividirse en unidades simples o mínimas, llamadas factores hereditarios o genes", pues a partir de esta afirmación, el mismo autor añade enseguida que "Un gen es una unidad de información genética correspondiente a un cierto segmento cromosómico." Luego, si el gen **es** una unidad de información, el genoma y los cromosomas también lo serán, pues están formados por los genes. Entonces, ¿qué se quiere decir con la frase: "La información genética *contenida* en nuestro genoma...", o con esta otra: "Toda la información genética *está* en los cromosomas."?. Es decir, ¿por qué no se afirma que los genes *son* la información en sí, y en vez de esto se sostiene que la información es algo inmaterial?

Si la información es inmaterial, o no es materia ni energía, ¿para qué usamos el concepto de información en el lenguaje científico?. ¿No es mejor concluir como Bunge que la información es un concepto inútil?. Por otro lado, si la cultura es información almacenada en el cerebro, ¿no es lo mismo que la mente, la psique o tal vez la conciencia?. Y si no hay información sin soporte material, pero es posible transmitir señales (o soportes materiales) sin información (como los papiros egipcios antes de ser descifrados), ¿por qué no se dice que la cultura son estas señales a fin de diferenciarla justamente de la actividad psíquica, sobre todo de los hombres?. Por supuesto que se argumentaría en el sentido de que no podemos decir que la cultura contiene información. Por otro lado, si la riqueza cultural de un pueblo está en sus bibliotecas, en sus obras de arte, en los productos de la industria, ¿no es acaso por esta razón

que es posible asegurar que la cultura es la información guardada fuera del cerebro de las personas?

Recíprocamente, cuando se dice que la información como tal no existe, no es acaso lógico concluir que la cultura tampoco existe?. ¿No es verdad que al afirmar que la cultura está sólo en el cerebro de los hombres y los animales, se está confundiendo el concepto de información con el de mente o psique, y al hacerlo ya no es necesario apelar al concepto de información y así el problema desaparece?.

Dejemos por ahora las cosas como están, para volver a retomarlas en un capítulo aparte, ya que consideramos que es imprescindible superar toda esta retórica, para concluir en que la información es algo material, que la cultura y la mente son algo tan iguales y al mismo tiempo tan distintas, como son las demás clases de información que encontramos en todos los demás sistemas vivos individuales. Con la finalidad de sustentar estas afirmaciones, tenemos que volver a la idea central acerca de cómo se ha organizado y se mantiene organizado todo el conjunto de los sistemas vivos. Puesto que si demostramos que cada sistema vivo individual está organizado a base de información, es decir, a base de la actividad de ciertas estructuras que son el modelo de desarrollo del conjunto del mismo sistema, podremos concluir en que necesariamente debe existir relaciones entre un nivel de organización y otro, de un nivel de mayor a otro de menor complejidad y viceversa, siempre en el curso del tiempo. Entonces, si es posible describir y explicar cómo ha sido determinado y se determina el desarrollo de todo el sistema vivo, también podríamos llegar a describir y explicar aquellos procesos que han determinado y determinan no sólo el curso de la vida de cada una de las personas, sino de todo el conjunto de la sociedad.

Hasta aquí hemos revisado algunos de los más conocidos intentos por definir qué es en último término la información. Concluiremos en que, por lo menos desde nuestro punto de vista, el problema ni siquiera ha sido planteado como es debido. Por lo tanto, sin pretender que el planteamiento adoptado en este ensayo sea el correcto, sino una alternativa más de solución, debemos hacer un análisis del concepto de información tal como ha sido introducido previamente (Ortiz, obs. cit.). Desde ya, debemos remarcar que es improbable, por no decir imposible, que la información pueda definirse en el contexto de unas ciencias naturales enmarcadas como están dentro de los enfoques contradictorios del positivismo que sólo atiende a los meros hechos objetivos y comprobados, del idealismo que pretende negar la existencia de la materia, y del mecanicismo que reduce la actividad espiritual y psíquica a los mecanismos funcionales del cerebro.

### **3.2. La biogénesis y la aparición de la información**

Como proceso culminante de la evolución del universo y del sistema solar, con la formación de la Tierra empezó el desarrollo del sistema vivo a partir de ciertas reacciones químicas y a base de las condiciones del ambiente físico predominante en ciertos puntos del planeta. Este proceso que habría durado entre mil y tres mil millones de años, se denomina evolución química, o más específicamente, proceso de biogénesis por el hecho de que dio origen a la vida. Ésta apareció cuando llegaron a formarse estructuras químicas cuya actividad reflejaba tanto los procesos químicos que le dieron origen, como el ambiente físico que en ese entonces la rodeaba. En otras palabras, puestas las cosas en términos actuales, para que exista un sistema vivo, se requiere de una superestructura cuya actividad refleje en sentido genético los procesos físicos y químicos internos del sistema, y en sentido cinético las condiciones físicas y químicas de su entorno, las que así se reflejan, a su vez, en el mismo sentido cinético, en los procesos internos del sistema, a los cuales de este modo convierte en soporte activo de aquella misma superestructura.

Esto significa que la actividad de esta superestructura ubicada dentro del sistema vivo, cuyo modelo externo de desarrollo es el ambiente actual que rodea al conjunto del sistema, se ha llegado a constituir en el modelo interno que organiza el desarrollo de tal sistema que así adquiere las capacidades de memoria y de anticipación, y las propiedades secundarias de integridad, estabilidad, reproducibilidad y mutabilidad. Se ha sostenido (Brillouin, 1962; Ortiz, 1994) que la actividad de esta estructura no puede ser sino una forma superior de actividad neguentrópica, que es lo que llamamos justamente información: ésta será tanto una estructura que refleja su pasado, como una actividad que se refleja en los constituyentes del sistema. Tal sistema comprende los sistemas vivos individuales y nuestra sociedad.



El sistema vivo emergió dentro de una atmósfera prebiótica (previa a la vida) constituida por una mezcla de  $\text{CO}_2$ , N,  $\text{CH}_4$  y  $\text{NH}_3$ , sin  $\text{O}_2$  libre. Estos compuestos formaron las moléculas más sencillas que son los monómeros: las bases purínicas y pirimidínicas, la ribosa y la desoxirribosa y los aminoácidos. Estas son las sustancias que al ensamblarse entre sí constituyeron los polímeros que a su vez formaron las macromoléculas propias del sistema vivo, principalmente los ácidos nucleicos como el ADN y el ARN y las proteínas. Estos compuestos llegaron a formar partículas semejantes a los virus actuales. Más tarde se formaron los compuestos autocatalizadores y moldeadores genéticos que podían sintetizarse a sí mismos, los que al unirse a otros compuestos que conformaban estructuras membranosas de ensamblaje y protección formados por lípidos y proteínas, dieron origen a los protobiontes o sistemas vivos primitivos. Estos habrían sido semejantes a los coacervados que Oparin logró obtener artificialmente en la forma de gotitas de polímeros que poseen un metabolismo muy sencillo. Estos protobiontes se habrían sostenido utilizando los electrones de la luz solar, para formar después diversas formas de arqueobacterias.

Los primeros sistemas vivos unicelulares semejantes a los actuales aparecieron cuando los protobiontes desarrollaron estructuras semejantes a los peroxisomas que realizan algunos procesos fisicoquímicos elementales de tipo metabólico, y cuando el conjunto del sistema quedó relativamente aislado de su ambiente externo por una membrana que no es sólo protectora sino receptora, por cuanto actúa como un sensor que refleja algunos de los cambios del ambiente local inmediato que son esenciales para el mantenimiento del sistema. Estos son los primeros sistemas celulares, o simplemente células, que contienen el ADN disperso en un protoplasma, de allí que se los considere como procariotas: células sin núcleo y sin organelos. De este modo quedó definida la existencia del primer reino del sistema vivo que es el reino Monera. Éste está constituido por sistemas unicelulares, como las bacterias, que son generalmente autotrofos ya que se bastan a sí mismos al sintetizar sus propios constituyentes.

Los seres vivos más primitivos son seguramente los procariotas que son las células más simples que se conocen. Éstas no requieren oxígeno para subsistir (recuérdese que en la atmósfera primitiva de la Tierra no había oxígeno libre como hay en la actualidad). Unos dos mil millones de años después del comienzo de este tipo de vida, se supone que aparecieron las cianobacterias (bacterias azulverdosas) que ya contienen los plástidos o primeros organelos que pueden realizar una fotosíntesis, es decir, que pueden sintetizar sus componentes químicos por efecto de la energía solar. Recién a partir de estas reacciones empezó a liberarse el oxígeno en la atmósfera, y la presencia del oxígeno libre en la atmósfera terrestre fue seguramente el cambio más importante para el desarrollo de seres vivos cada vez más complejos como los animales que conocemos.

Hace aproximadamente dos mil millones de años, los procariotas primitivos incorporaron a los plástidos contenidos en cianobacterias, y en otros casos a las mitocondrias, posiblemente contenidas en protobacterias, que son capaces de usar la energía química de los carbohidratos para sintetizar ATP. Así aparecieron las especies del reino Protista que son sistemas unicelulares eucariotas, como son los protozoarios y las algas. En estos, los procesos químicos del protoplasma se realizan en organelos, y el ADN organizado en genes forma la cromatina que se concentra en un núcleo.

En estos sistemas celulares, y de ellos en adelante, el ADN quedará convertido en una estructura química cuya actividad refleja tanto los procesos fisicoquímicos que le precedieron y aún suceden en su interior, así como los cambios que se repiten cíclica y regularmente (Anojin, 1987) a su alrededor. A partir de estos sistemas unicelulares, en los últimos 1,300-1000 millones de años, el sistema vivo prosiguió su evolución hacia la formación de individuos multicelulares cada vez más complejos, y surgen así los reinos Fungi, Animalia y Plantae.

Durante este desarrollo del sistema vivo han ocurrido períodos llamados de *radiación adaptativa*, en que algunas especies se expandieron habitando amplias zonas del planeta, que han alternado con períodos de *extinción en masa* en que desaparecieron muchas otras especies. Así llegamos a los 4 a 5 últimos millones de años en que surge y se desarrolla entre los primates el género Homo. Es posible que a partir de un tronco común, hayan divergido los homínidos, diferenciándose de los monos. Sólo dentro de este género, algunas de sus especies empezaron el desarrollo de sistemas multiindividuales tendientes a una organización social, y cuando muchas de ellas se extinguieron, sólo la especie *Homo sapiens* en los últimos 500 ó 100 mil años culmina su transformación en un sistema supraindividual de características

totalmente distintas de los ya existentes. El resultado es que sólo los individuos de esta especie llegaron a organizarse para conformar una verdadera sociedad.

### **3.3. La información y los procesos de la vida**

Estaremos de acuerdo en que la simple descripción de la *evolución* del sistema vivo, es decir, la narración de los hechos que conforman la historia de este sistema, no basta para explicar qué es la vida, o para explicar qué es lo que determina las características tan particulares que tienen los seres vivos, como las que hemos mencionado previamente. Para la ciencia no es suficiente describir, delimitar y clasificar los fenómenos, basándose en la sola enumeración de sus atributos o propiedades. Y aunque para una cierta cultura no sea importante precisar cual es la esencia de un determinado objeto, y les basta con conocer su existencia, para los pueblos cuyo desarrollo depende de una teoría científica debidamente fundada, es importante no sólo buscar el conocimiento de los *factores* que *causan* los rasgos, capacidades y atributos de los hombres, sino primordialmente la explicación que responda a las preguntas para qué se vive o para qué las personas hacen lo que hacen. Para este desarrollo, decimos, es fundamental precisar de qué naturaleza son los procesos esenciales que determinan la organización del sistema que primero lo calificamos con el adjetivo *vivo* y luego lo designamos con el sustantivo *vida*.

Si seguimos con la mayor precisión posible el proceso formativo y luego el desarrollo progresivo del sistema vivo, desde las células hasta la sociedad humana, creemos que es posible explicar la naturaleza de la sociedad y los hombres basándonos en el concepto de que la información es la esencia de la vida; es decir, que la existencia del sistema vivo depende de procesos de carácter informacional, desde que la información apareció de una vez y para siempre como un desarrollo superior de los procesos neguentrópicos de la materia de nuestro planeta.

En primer lugar, si describimos el sistema vivo tal como lo encontramos en la actualidad, se puede diferenciar objetivamente individuos o conjuntos de individuos con varias formas o niveles de organización. De éstos los más notables son: 1) el nivel celular, 2) el tisular, 3) el orgánico, 4) el psíquico y 5) el social (Ortiz, 1994). Al respecto, se ha sugerido que estas formas de organización de la estructura y la actividad de los individuos actuales no podrían mantenerse y menos desarrollarse y reproducirse, si no fuera porque siguen un patrón o modelo de desarrollo que la información. En tal sentido, si nos preguntamos qué es aquello que subyace a la organización de una célula, de un tejido, del sistema nervioso, de la conciencia de una persona, así como la organización de la sociedad, es posible responder en el sentido de que se debe a la existencia de una superestructura material, que en el más alto nivel de organización neguentrópica de la materia, es la información. Además, de este modo se dejan de lado las definiciones metafóricas del concepto de información.

En segundo lugar, la misma lógica de los procesos informacionales dentro del sistema vivo, implica que todo el conjunto del sistema, a diferencia de los sistemas inertes, debe su existencia a una doble determinación, en el sentido de que refleja: 1) los procesos neguentrópicos de ordenamiento molecular que le dieron origen, por los cuales toda estructura viva es determinada en sentido *biogenético* a partir de los procesos neguentrópicos de la materia inerte que ocurrieron desde las fases más tempranas de la formación de nuestro planeta, y 2) refleja las condiciones entrópicas y neguentrópicas actuales del ambiente exterior de las que depende la integridad de cada sistema vivo individual o colectivo; todo lo cual indica que todo ser vivo es determinado en sentido *ecocinético* por los procesos que suceden cíclica y regularmente en dicho ambiente exterior al sistema.

En tercer lugar, si cada sistema vivo individual es doblemente determinado, es de suponer que esta determinación no es de tipo causal, o que se trata de un ordenamiento causado por procesos físicos y/o químicos lineales, similares o iguales a los de la materia inerte (que es válida respecto de su estructura puramente física o química), sino que es necesariamente organizada por medio de una estructura material cuya actividad se autogenera al reflejar tanto los procesos biogenéticos internos del sistema individual, como los cinéticos del ambiente actual que lo rodea.

Esto significa que la organización de todo sistema vivo individual tiene que ser determinada, en consecuencia: 1) en sentido epigenético, a partir de sus elementos constituyentes actuales, y 2) en sentido cinético a base de la estructura informacional

preexistente. Con este análisis, habrá quedado claro que si bien la base real de desarrollo del sistema vivo es el ambiente externo al sistema, la información viene a ser la base interna efectiva de dicho desarrollo, por cuanto dicha base real externa puede reestructurar la actividad en curso del sistema sólo a través de la estructura informacional. En los sistemas vivos individuales de cualquier especie, la información es pues la estructura material cuya actividad determina la estructura y actividad de cada uno de los niveles o formas de su organización interna, desde el nivel celular hasta el nivel social.

Por consiguiente, para explicar la naturaleza de cada sistema vivo individual, se tendrá en cuenta: 1) la determinación epigenética actual de la información que depende del medio interno del individuo, que se efectúa a través de receptores intraindividuales, y 2) la determinación cinética actual del ambiente externo sobre dicha información que se efectúa a través de receptores ubicados en la superficie externa del individuo. De este modo, la información determina cinéticamente el desarrollo del sistema a través de efectores distribuidos tanto respecto del medio interno como en relación con su medio externo; procesos que usualmente se denominan de control o regulación).

Aquí es necesario hacer una suerte de digresión respecto de algunos de los conceptos que serán usados en esta Introducción. Uno es el concepto de *genesis*. Sabemos al respecto, que los genes han tenido una génesis, en el sentido de que son resultado de la biogénesis que ocurrió hace más 3 mil millones de años. Por tanto, desde el punto de vista de nuestra definición de la información, *genéticos* son solamente los procesos que dan origen a genes, como es el caso de la replicación actual del ADN. Pero, cuando los genes determinan la división celular, los procesos ya no son genéticos, sino *cinéticos*, por cuando determinan la reorganización o la reproducción de una estructura celular preexistente. Los seguiremos llamando genéticos por cuanto es actividad de los genes, pero a sabiendas de esta actividad de los genes es informacionalmente cinética, como una concesión lingüística, mas no conceptual ni lógica.

Hemos dicho, además, que los sistemas vivos ya no son formas de un ordenamiento dinámico de la materia en general, sino formas de organización que se desarrollan por sí mismas dentro del sistema vivo únicamente. Por consiguiente, el desarrollo del sistema vivo que depende de la información puede modificarse o ampliarse por efecto de los cambios actuales que ocurren dentro o fuera de todo el sistema, o dentro o fuera de cada sistema individual. Esta suerte de plasticidad no es sino el aspecto mnésico de la información: el hecho de que pueda modificarse y que dicha modificación, si guarda coherencia con la estructura y la actividad de todo el conjunto del sistema, pueda permanecer así de allí en adelante. Para que esto ocurra, sin embargo, primero deben *transducirse* dichos cambios del ambiente en los receptores, internos o externos del propio sistema.

Teniendo en cuenta esta caracterización de la información, podemos afirmar que todos los procesos internos por medio de los cuales se organiza la integridad, la estabilidad, la reproducción y la mutación de los individuos, todo depende de alguna clase de información, y que cualquiera que fuese su clase, la información aparecerá ante el observador en dos formas: 1) de representaciones, o de estructuras que reflejan tanto el medio interno como el entorno del ser vivo, y 2) de procedimientos, o de actividad que se refleja tanto en el medio interno como en el entorno del mismo sistema.

Los procesos informacionales se ubican en el extremo superior de los procesos neguentrópicos más complejos de la materia. Ellos determinan, tanto en sentido genético como cinético, la organización de los sistemas vivos. De este modo, dichos procesos resultan ser esencialmente distintos del ordenamiento, aunque igualmente neguentrópico, de los procesos subatómicos, atómicos y moleculares que siguen las leyes causales que caracterizan a la materia inerte. Naturalmente que ambos tipos de procesos neguentrópicos son opuestos a los de descomposición entrópica de toda la materia, aquellos que afectan a la materia viva e inerte por igual.

Si bien los *saltos* del nivel subatómico al atómico y del atómico al molecular, se podrían explicar en términos de una doble determinación, del mismo modo que explicamos los saltos del nivel celular al tisular, o de los sistemas multiindividuales a los supraindividuales, en realidad, el parecido corresponde sólo al aspecto fenoménico de los cambios. Podría decirse, por ejemplo, que la progresión de los átomos de menor peso atómico a los de mayor peso atómico sería un desarrollo por mutaciones en la configuración que adoptan las partículas

elementales dentro de las más complejas, como si fuesen cambios en una memoria física o química. Si esta explicación fuese verdadera, 1º, estaríamos negando la importancia de la actividad genética y sugiriendo que los sistemas inertes y los sistemas vivos no son diferentes en lo esencial; 2º, negaríamos la importancia del grado de complejidad de las "partículas" que componen el sistema vivo: macromoléculas, células, plantas, animales, etc.; 3º, quedaría sin explicación el aspecto de la reproducibilidad de los sistemas individuales; 4º, estaríamos practicando el más genuino reduccionismo fisicalista; 5º, nos quedaríamos sin la posibilidad de explicar la actividad espiritual y la organización moral de la sociedad y la determinación social del hombre.

Si bien no se puede negar que hay un patrón neguentrópico-entrópico universal, y que ni el sistema vivo queda fuera del sistema material del universo, como tampoco la sociedad queda fuera del sistema vivo, es igualmente imposible negar que todo lo que ha hecho la sociedad con la naturaleza es resultado de una forma superior de actividad, semejante sólo en apariencia a la que realizan todos los demás seres vivos. La diferencia también requiere de una explicación.

En efecto, los saltos de la materia inerte, de la estructura atómica a la estructura molecular, son saltos de un solo sentido; en cambio, los saltos *genéticos* del sistema inerte al sistema vivo, de los sistemas multiindividuales a la sociedad, aunque son saltos neguentrópicos, también son formas de organización cualitativamente diferentes de la materia, porque se deben a indudables reestructuraciones *cinéticas* de aquellos procesos que fueron punto de partida de cada nivel de organización, y que ahora son el soporte activo de la misma información. El hecho de que hayan surgido superestructuras informacionales que reflejan dichos procesos genéticos y que se reflejan cinéticamente en el conjunto del sistema –como son el ADN, la matriz intercelular, el sistema nervioso, el neocórtex cerebral, el lenguaje–, dentro de estos sistemas materiales que llamamos sistemas vivos, y que el sistema que contiene todas estas superestructuras haya llegado a transformar la materia en herramientas, máquinas y computadores, ya es una cuestión que obliga ir a contracorriente y, en vez de acentuar las semejanzas como hacen las ciencias naturales, tengamos que acentuar las diferencias, como los hacen (o deberían hacer) las ciencias sociales. Es decir que no podemos explicar la vida y menos al hombre, si es que no empezamos desde el comienzo: primero, dando importancia a la diferencia esencial que existe entre los procesos neguentrópicos de tipo fisicoquímico y los procesos neguentrópicos de tipo informacional, y luego, dando importancia a la diferencia esencial que existe entre la información que organiza los sistemas individuales que llamamos personas y la información que organiza el sistema supraindividual que llamamos sociedad.

Una salida a las dificultades conceptuales de la ciencia positiva, dedicada íntegramente al estudio de los seres vivos no humanos, que son las que justamente han llevado a la conclusión de que la información es amaterial o que no es materia ni energía, la podremos obtener después que hayamos precisado que en cada uno de los niveles de organización del sistema vivo le corresponde una clase de información, que puede estar más o menos dispersa como en los procariontes, los tejidos o la sociedad, o muy concentrada como en los cromosomas de los eucariotes o los cerebros de las personas.

En síntesis, información es toda estructura material incluida dentro de un sistema igualmente material, que al reflejar tanto la actividad interna de este sistema como la estructura del ambiente que lo rodea, su actividad determina la organización del sistema total, fuese individual o social.

Según esta definición, la información es el modelo que determina como se organiza todo el conjunto del sistema vivo y cada uno de los individuos que lo constituyen. Entonces, como se ha dicho, tanto la información en sí como el sistema vivo en su conjunto estarán determinados por procesos genéticos de tipo ascendente (porque han dado origen a sistemas cada más complejos) o de punto de partida que determinan la aparición de estructuras de nivel superior, las que por procesos cinéticos que generan de modo descendente determinan que las estructuras de nivel inferior sean reorganizadas y convertidas en soporte activo de la totalidad del sistema. Por consiguiente, se tiene que diferenciar entre 1) los procesos epigenéticos que han ocurrido más allá de la genesis de las células y han sido los puntos de partida de la información correspondiente a cada nivel superior de organización del sistema vivo, como son el desarrollo histogenético de la información metabólica que organiza a los animales tisulares; el desarrollo neurogenético de la información neural de los organismos; el desarrollo psicogenético de la información psíquica de los psiquismos y el desarrollo sociogenético de la

información social que organiza la sociedad, y 2) los procesos cinéticos que han sucedido a cada uno de los desarrollos anteriores, y que son el efecto de la actividad reorganizadora que la información de cada nivel ejerce sobre el conjunto del sistema, que son los procesos de citocinesis, histocinesis, neurocinesis, psicocinesis y sociocinesis, respectivamente. No es difícil comprobar que todos estos procesos se repiten en todos los individuos hasta que alcanzan su propio nivel superior de organización.

Además, en cada nivel de organización, la información refleja dos tipos de entrada: uno respecto de su medio interior y otro respecto del exterior, y dos tipos de salida: uno que organiza su actividad intraindividual y tiene lugar en su medio interior, y otro que organiza su actividad extraindividual en relación con dicho ambiente exterior.

#### **3.4. Categorías de información y el desarrollo del sistema vivo**

Como se sabe y lo hemos repetido muchas veces, a un ser vivo se le reconoce por sus atributos observables, por sus características que se pueden comprobar objetivamente. Pero el científico tiene que saber explicar de qué depende que este sistema tenga tales o cuales atributos o características. Lógicamente que la vida no son los atributos en sí, así como una personalidad no tiene que ser sólo un conjunto de atributos. De hecho que estos dependen de procesos internos que los determinan. Tampoco diríamos que la vida son estos procesos internos en sí. Explicar la vida a base de las reacciones fisicoquímicas que ocurren entre los átomos y moléculas que conforman un ser vivo, es reduccionismo puro, tan puro como el de sostener que la actividad psíquica es sólo una función del cerebro o un atributo emergente de mismo. Por tanto, si sostenemos la idea de que el sistema vivo es en esencia un sistema informacional, en el sentido de que los procesos esenciales de la vida son de naturaleza informacional, será importante precisar cómo es que se ha desarrollado la información desde los genes hasta las leyes que norman la conducta social de las personas; cómo se ha expresado en el desarrollo de todo el sistema y se sigue expresando en el desarrollo de cada individuo. En lo que sigue, dada la índole de nuestra Introducción, esta explicación quedará restringida a la evolución de los sistemas animales que, indudablemente, son lo que están en la línea de desarrollo de la especie *Homo sapiens* y la sociedad humana.

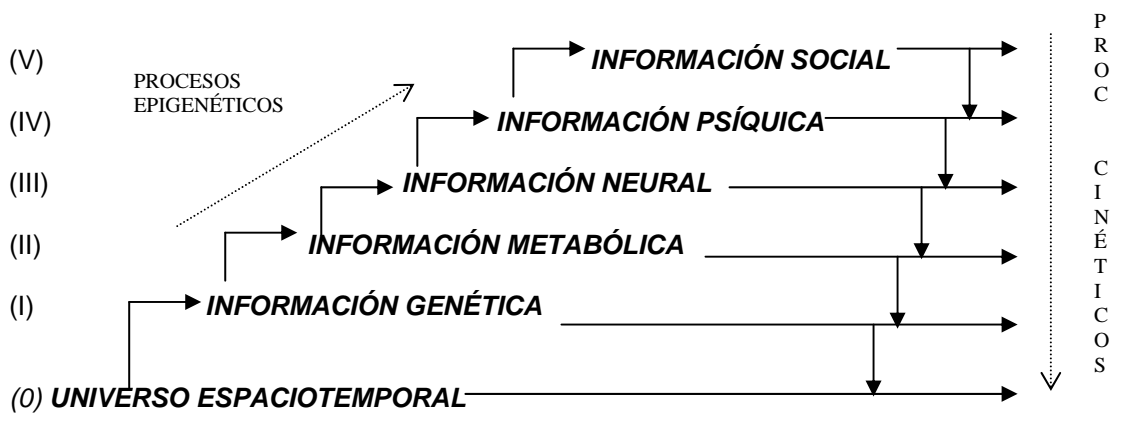
Sobre la base de los conceptos introducidos hasta aquí, reiteramos que la información es una forma de reflexión de la materia; que los procesos informacionales ocupan el segmento más avanzado y superior de los procesos neguentrópicos de la materia que sólo ocurren en las células y los demás sistemas vivos en adelante; que existen varias categorías de información (Cuadro 3.1): genética, metabólica, funcional, psíquica y social que han aparecido de modo progresivo en el curso del desarrollo del sistema vivo, que continúa con el desarrollo de la humanidad, y culmina con la formación de la sociedad; que cada una de estas categorías de información es esencial para mantener la organización de cada nivel del sistema vivo, o lo que es lo mismo, que cada categoría de información es la base de desarrollo de los niveles inferiores de actividad que inicialmente le dieron origen, a los que en el curso del tiempo convierte en su soporte activo, hasta que el sistema vivo se descomponga por efecto entrópico de la materia.

CUADRO 3.1		
<u>CLASES DE INFORMACIÓN</u>		
<b>1. Genética</b>	a. De regulación intracelular	
	b. De regulación extracelular	
<b>2. Metabólica</b>	a. Endocrina	
	b. Inmunitaria	
<b>3. Neural:</b>	a. Visceral	
	b. Somática	
<b>4. Psíquica:</b>	<b>a. Inconsciente:</b>	
	i. Afectiva:	Sensaciones afectivas
	ii. Cognitiva:	Sensaciones cognitivas
	<b>b. Consciente:</b>	
	i. Afectiva:	Sentimientos
	ii. Cognitiva:	Conocimientos
	iii. Conativa:	Motivaciones
<b>5. Social:</b>	a. Tradicional	(→ Sentimientos)
	b. Cultural	(→ Conocimientos)
	c. Económica	(→ Motivaciones)

En resumen (cuadros 3.2 y 3.3), todo el sistema vivo que existe en nuestro planeta está organizado a base de distintas categorías de información cuyo grado de complejidad ha ido aumentando de manera progresiva en el curso de su desarrollo. Según este concepto, los individuos de cada especie también se tienen que organizar en el curso de su propia historia a base de una o más categorías de información hasta llegar al nivel que corresponde al mayor grado de desarrollo de su clase. En otros términos, cada categoría de información constituye el modelo a base del cual se desarrollan los individuos de las diversas especies, de modo tal, que mientras mayor es su complejidad, más niveles de organización tendrá, y cada uno de ellos tendrá de uno hasta 4 categorías de información. Los únicos que tienen cinco son la sociedad y las personas.

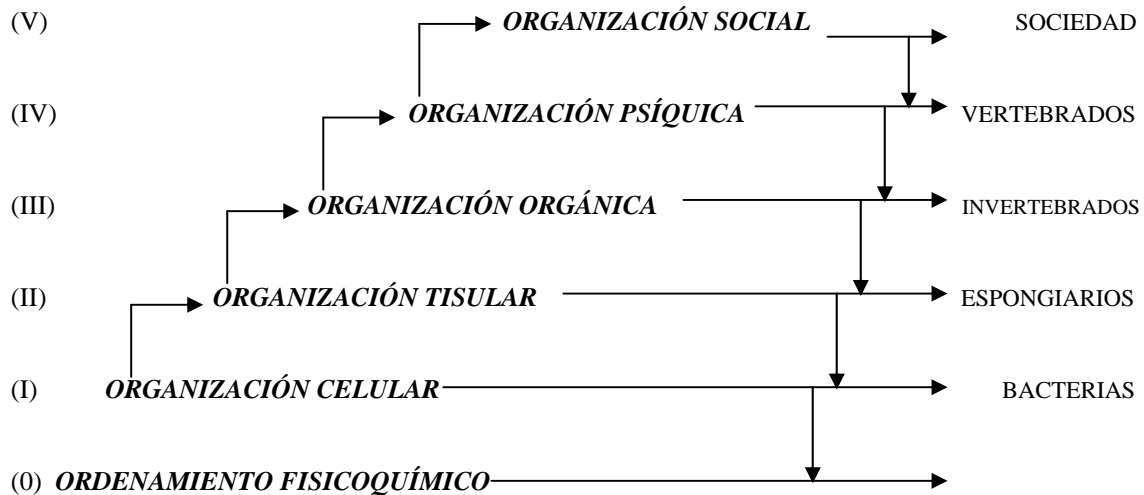
CUADRO 3.2

**EL SISTEMA VIVO ES UN SISTEMA INFORMACIONAL**



CUADRO 3.3

PROCESOS DE ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA VIVO



A partir de la definición general de la información que acabamos de desarrollar, podemos definir las diferentes categorías de información –dentro del respectivo nivel de organización del sistema vivo– del modo siguiente:

**I. La información genética y los sistemas unicelulares:**

La información genética es un conjunto de estructuras moleculares cuya actividad es el modelo que organiza la actividad bioquímica de los sistemas vivos individuales de tipo unicelular. Estas estructuras moleculares son los genes formados por las secuencias de nucleótidos que forman el ADN. Las células son sistemas vivos constituidos por el ensamble bioquímico de una estructura informacional, varias estructuras proteínicas y glucolípídicas y diversos elementos y moléculas cuya actividad es organizada por dicha información genética. Los sistemas celulares fueron determinados por los procesos biogénéticos ya descritos y por procesos cinéticos que dependen del ambiente exterior que rodea a la célula. Una estructura celular es pues una forma de actividad bioquímica esencialmente reproductiva. Los sistemas celulares forman los reinos *Monera* y *Protista*, que bien pueden definirse como una solo: el Reino de los sistemas vivos unicelulares. En las células se puede diferenciar una actividad genética de regulación intracelular (citosólica) y otra de regulación extracelular (de la membrana plasmática). Esta división entre los aspectos intraindividual y extraindividual de todos los sistemas individuales se mantendrá en toda la escala de los seres vivos.

**II. La información metabólica y los sistemas tisulares:**

La información metabólica es un tipo de estructuras moleculares cuya actividad es el modelo que determina el desarrollo de los sistemas individuales tisulares. Dicha estructura está conformada por moléculas elementales que se conocen como mensajeros químicos, moléculas mensajeras, señales químicas –como son las hormonas, los neurotransmisores–, así como diversas moléculas por medio de las se ensamblan las células entre sí; pero tendremos en cuenta que la información no es cada una de estas moléculas sino las estructuras plurimoleculares distribuidas en la matriz intercelular de los tejidos. En efecto, una vez liberados en el espacio extracelular, estas moléculas forman estructuras químicas supracelulares cuya actividad reorganiza al

sistema multicelular y así lo convierte en un sistema individual tisular, caracterizado por una actividad metabólica intercelular. Los sistemas individuales tisulares fueron determinados epigenéticamente a partir de la actividad de conglomerados o agregados de células individuales que finalmente se estructuran a base de la información metabólica supracelular mencionada. Los sistemas individuales tisulares forman los reinos *Fungi* y *Plantae*, y parte del reino *Animalia* hasta los espongiarios, que bien pueden constituir el Reino de los sistemas vivos tisulares. En los seres vivos tisulares, diferenciaremos también una actividad de regulación intraindividual, endocrina, y otra de regulación extraindividual, inmunitaria.

### III. **La información neural y los sistemas orgánicos:**

La información neural es un tipo de estructuras formadas por impulsos nerviosos cuya actividad es el modelo que organiza la estructura funcional de los sistemas individuales orgánicos, que llamaremos específicamente *organismos*. Tendremos en cuenta que tampoco los impulsos nerviosos de las células nerviosas o neuronas constituyen por sí mismos la información neural. En realidad, estos impulsos sirven para codificar dicha clase de información; pues la información neural es todo conjunto de impulsos nerviosos estructurado dentro de una red neural de tipo nuclear, cada uno de los cuales organiza sólo un tipo de actividad funcional o *función* de un segmento del individuo. Las estructuras de impulsos nerviosos más elementales son las señales neurales (sensoriales y motoras) y los datos neurales codificados en las mencionadas redes nucleares, como son los ganglios de los nervios y raíces sensoriales y los núcleos sensoriales y motores. Los organismos se formaron a partir de la actividad metabólica de los tejidos de algunos individuos tisulares entre los cuales se llegó a diferenciar el tejido nervioso. Los organismos tienen una actividad funcional que depende de la información neural, tal como ocurre en los individuos del reino *Animalia*, desde los celenterados hasta los insectos y los vertebrados inferiores, como los peces y anfibios. Notaremos que sólo los sistemas individuales organizados a base de información neural son los verdaderos organismos, pues su estructura está conformada por un conjunto de sistemas de órganos o sistemas orgánico-funcionales, unos de carácter intraindividual o visceral (que son los aparatos digestivo, respiratorio, circulatorio, urinario) y otros de carácter extraindividual o somático (los aparatos muscular, osteoarticular, de la piel y los sentidos), cada uno de ellos con funciones específicas. La información neural refleja en sentido epigenético la actividad celular y metabólica, y se refleja en sentido cinético en la actividad metabólica y celular de los tejidos efectores; procesos estos que se denominan de la sensibilidad y la motilidad.

### IV. **La información psíquica inconsciente y los sistemas psíquicos animales:**

La información psíquica inconsciente es propia de los vertebrados superiores, específica de los animales con corteza cerebral, una característica que ya está bien definida en los reptiles, las aves y los mamíferos. La definimos como un conjunto de estructuras formadas por múltiples redes corticales cuya actividad es el modelo que organiza la actividad psíquica individuos psíquicos, o psiquismos, en realidad. Naturalmente que una red columnar dentro de una lámina cortical no constituye por sí misma la información psíquica; como en el nivel funcional: se trata de una red compleja estructurada epigenéticamente a partir de información neural y cinéticamente a base de las características igualmente complejas, panorámicas y diferenciadas del entorno local. Esta categoría de información emergió a partir de la actividad funcional (metabólica y celular) de los organismos, pues el sistema nervioso de los psiquismos ya tiene una formación cerebral más diferenciada en la que se reflejan dichas categorías de información. Lógicamente que un organismo reestructurado íntegramente por la actividad psíquica que depende de la información psíquica cortical ya no diremos que tiene un psiquismo, sino que se ha convertido en un psiquismo. Estos animales tienen también dos componentes: una intraindividual —el temperamento— que depende de su actividad psíquica afectivo-emotiva en relación con su medio interno, y otra extraindividual —el intelecto— que depende de su actividad psíquica cognitivo-ejecutiva en relación con su ambiente inmediato o local.

Hasta este nivel de desarrollo del sistema vivo, así como en los sistemas individuales inferiores que le precedieron, todas las clases de información que



determinan la organización de cada sistema individual, están codificadas *exclusivamente* dentro de cada individuo, en sus genes, en su matriz intercelular, en sus núcleos neurales y en su corteza cerebral. En todos ellos, como hemos dicho, la información refleja dos tipos de actividad corporal: intraindividual y extraindividual; cada una de éstas con su respectivas entradas y salidas.

Por otro lado, todos estos sistemas vivos individuales, se comunican entre sí únicamente a través de señales que ellos mismos generan. Por lo tanto, tales señales sólo reflejan la clase de información que el individuo procesa en cada nivel de su actividad interna. Así, en los animales superiores estas señales reflejan la información psíquica, neural o metabólica que organiza su actividad individual en un momento dado.

#### V. **La información social, el sistema social y los sistemas personales:**

A diferencia de los seres vivos de los niveles anteriores, en los últimos miles de años de vida en la Tierra, y siguiendo la tendencia de los miembros de las diversas especies a formar agrupaciones o sistemas multiindividuales, a partir de la actividad psíquica primitiva de los individuos de la especie *Homo sapiens*, surgió la información social. Así se forma la sociedad, que es la primera (y por ahora, la única) estructura viva multiindividual que organiza su actividad a base de esta categoría de información que ha sido codificada en medios físicos y químicos inertes que se encuentran fuera de los individuos mismos. Definimos la información social como un conjunto de estructuras físicas o químicas inertes cuya actividad es el modelo que organiza la actividad social del sistema de la sociedad. En el capítulo 5, volveremos sobre este asunto para tratar el problema de la información social y la estructura supraindividual de la sociedad.

Habremos notado que los saltos de un nivel de organización a otro, que depende de su respectiva clase de información, no significa que los individuos estén constituidos por la adición o la superposición de un nivel sobre otro. Lo que en realidad ha sucedido es la conversión o transformación de una clase de individuo en otro de clase diferente. De esta manera, así como un conjunto de individuos unicelulares se convierten en un individuo multicelular por efecto de la información metabólica, así también un individuo tisular se convierte en un organismo organizado a base de información neural; un organismo se convierte en un psiquismo por efecto de la información psíquica. Por la misma razón, como veremos respecto de la especie *Homo sapiens*, es su conversión en una sociedad por efecto de la información social.

#### **3.5. Codificación de la información**

Cuando afirmamos que cada nivel de organización del sistema vivo depende de una categoría específica de información, debemos suponer también que estas clases de información deben codificarse en un sistema de memoria específico para cada uno de los niveles de organización que dispone el individuo en cuestión (Ortiz, 1998). En tal sentido, además de codificarse en los respectivos elementos materiales –como son los nucleótidos, las moléculas mensajeras, los impulsos nerviosos, las redes corticales– la información de una categoría también puede codificarse en la de cualquier otra; en todo caso, la codificación de una categoría de información en otra se efectúa dentro de cada individuo, con la sola excepción de la información social.

En efecto, una categoría dada de información puede *encodificarse* en información de un nivel inferior. Por ejemplo, la información psíquica consciente puede encodificarse en información psíquica inconsciente, ésta en señales neurales, éstas en señales químicas en las sinapsis, y éstas en señales intracelulares. Inversamente, la información codificada en ciertas neuronas puede *descodificarse* en información metabólica, ésta en información neural, ésta en información psíquica inconsciente, ésta en información psíquica consciente y ésta en información social.

Ya hemos señalado que, como todo sistema espaciotemporal, los sistemas individuales tienen el doble aspecto de su estructura y actividad, dependiendo de cómo se codifica la información en cada uno de los niveles de memoria, en la forma de datos o de señales. Esta concepción del mundo hace posible que podamos explicar cualquier sistema, vivo o inerte, individual o social, natural o artificial, al codificar la información social también en la forma de datos o de señales. A su vez, estas formas de codificación de la información, determinan que todo individuo aparezca ante el observador como estructura –celular, tisular, orgánica o

psíquica de su cuerpo–, y como actividad –bioquímica, metabólica, funcional o psíquica de su historia–. Esto significa que cualquiera que fuera la clase de información, ante nosotros siempre aparecerá como la estructura activa o como la actividad estructurada que organiza la estructura y los procesos de todo sistema vivo, individual o social.

Podemos pues imaginar que los hombres actuales, cuyos niveles de organización se sitúan entre el nivel supraindividual de la sociedad y el de sus células, han tenido que estructurarse a base de las clases de información que se codifican no sólo en la memoria neocortical en el mayor nivel de su organización, sino en sistemas de memoria correspondientes a cada uno de los niveles de organización de cada individuo y de la sociedad (Ortiz, 1998). Por consiguiente, todo sistema vivo –desde las bacterias hasta la humanidad–, es un sistema de memoria relativamente aislado, que tiene una misma organización de base informacional, tal como podemos apreciar en el esquema comparativo de la fig. 3.1. En todo caso, es preciso diferenciar entre: 1) la relación cualquier individuo vivo no-humano y su ambiente local; 2) la relación entre cada personalidad y el ambiente social, y 3) la relación entre la sociedad y el ambiente universal que conocemos. Dentro de este esquema, la relación entre cada personalidad y el ambiente universal, tendrá que hacerse necesariamente por medio de la información social disponible.

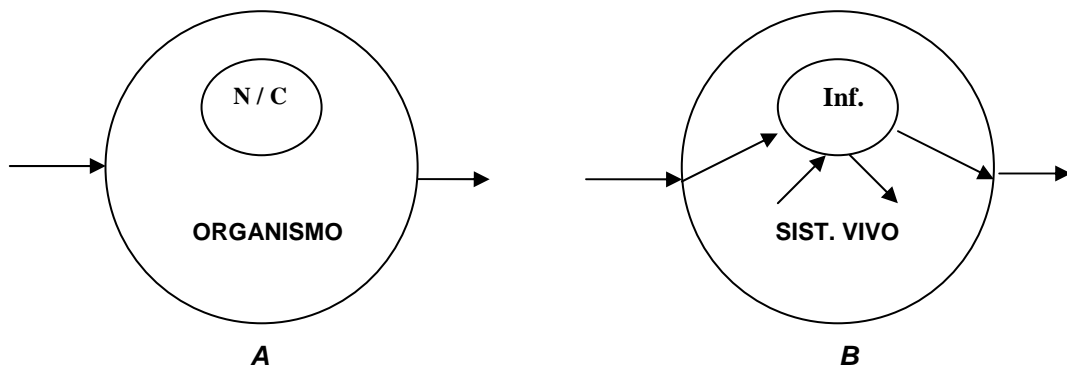


Fig. 3.1. Esquema comparativo de los modelos de la relación individuo/medio. Según el modelo tradicional A, el organismo genera respuestas ante los estímulos de su ambiente local (en el mejor de los casos se supone que la información está almacenada en el núcleo (N) de las células o en el cerebro (C)). Según el modelo B, todo sistema (sist.) vivo, individual o social, se relaciona con su ambiente; pero también es necesaria la relación interna entre el todo corporal y la información (Inf.) –que puede ser genética, metabólica, neural, psíquica o social– que lo organiza.