

La información y sus transformaciones: ¿qué significa el término *información*?

VÍCTOR MANUEL SOLÍS-MACÍAS
Universidad Nacional Autónoma de México

¿CÓMO PODEMOS DEFINIR Y DESCRIBIR LA INFORMACIÓN?

Definir con claridad y rigor el concepto de *información* es una tarea tan elusiva como necesaria. Este término tiene un problema, y es que lo utilizamos tan frecuentemente, en contextos tan heterogéneos y de maneras tan diferentes, que imaginamos que lo conocemos cuando en realidad no es así. Empezaremos considerando cuánto nos acercan los diccionarios a ese fin y a continuación ofreceremos una definición que inicialmente puede parecer poco intuitiva; pero una vez explicada y ejemplificada, nos dará las bases para desarrollar este capítulo.

Los diccionarios —supuestas autoridades que ocasionalmente ofuscan más que aclaran— definen así la información: el de la Real Academia Española, en la primera de ocho acepciones —que es por lo menos elegantemente breve— dice que es la “acción y efecto de informar”. No obstante, dicha propuesta incurre en circularidad por incluir en la definición aquello que intenta definir. Borges ilustra

esta incorrección en “Las *Kenningar*”, cuando cita a pie de página la “segunda regla menor de la definición”: *Definitum in definitione ingredi non debet* (lo definido no debe entrar en la definición) (1936: 372), a la cual califica de “risueña infracción”; mas infracción al fin.

La mayoría de las restantes definiciones no corren con mejor suerte. Por ejemplo, en *Definición ABC*, una ambiciosa descripción indica: “La información es un conjunto de datos con significado que estructura el pensamiento de los seres vivos, especialmente, del ser humano.” A primera vista, esta definición no incita objeciones; empero, nos compromete a aceptar por lo menos tres nociones cuestionables. La primera, que la información *invariablemente* posee significado. La segunda, más polémica, que su efecto causal e invariable es la *estructuración* del pensamiento; la función primordial de la información no es “estructurar el pensamiento”, independientemente de lo que eso signifique. La tercera, especulativa, sugiere que la información estructura el pensamiento de los seres vivos. ¿De *todos* ellos, o prudentemente convendría limitarla a los seres vivos *multicelulares*, a los *vertebrados*, o sólo a los *mamíferos*?

Afortunadamente, *definiciones-de* nos ofrece esto: “La información es un conjunto de datos organizados acerca de algún suceso, hecho o fenómeno, que en su contexto tiene un significado determinado, cuyo fin es *reducir la incertidumbre o incrementar el conocimiento sobre algo*.” Nuestra única objeción es que el inicio de la definición puede mejorar, o preferiblemente extirparse; bastan las nueve palabras finales para describir con concisión y rigor el concepto que nos ocupa.

En inglés el problema tampoco queda resuelto. Por ejemplo, el *Diccionario de Oxford* indica vagamente que la información consiste en “[...] hechos que comunicamos o

aprendemos sobre algo o alguien.” Igualmente, el *Merriam-Webster*, afiliado a la *Encyclopædia Britannica*, sugiere en su primera acepción que información es la “[...] comunicación o recepción de conocimiento o inteligencia”. En otras palabras, intenta definir el concepto como un intercambio de conocimiento. Naturalmente el problema no queda resuelto, puesto que únicamente sustituyen un concepto por otro, yendo de “información” a “intercambio de conocimiento”, y resta por definir qué entienden por éste último.

Al seguir la estrategia de definir conceptos en forma reversible, la mayoría de los diccionarios nos pone en peligro de caer en regresiones interminables, en este caso sugiriendo que la información implica conocimiento. Empero, consultando la definición de conocimiento, encontramos que éste revierte a la noción de información, o bien con comprensión, posesión de habilidades o con “tener conciencia” de algo. En suma, la mayoría de las definiciones de información son —paradójicamente— poco informativas, desorganizadas, o circulares. No obstante, si alguien intrépidamente lograra llegar a la cuarta acepción de la segunda definición de información en *Merriam-Webster* leería: “[...] cantidad que mide la incertidumbre en el resultado de un experimento que está por realizarse.” Esto ya está más cercano a la realidad, aunque la enredan innecesariamente predicando que se aplica “a un experimento que está por realizarse.” No es necesario *en absoluto* hablar de experimentos, realizados o por realizarse, para definir la información. Inopinadamente, la definición más apropiada y concisa proviene del *Diccionario de negocios*. Éste indica que la información consiste en datos que: “[...] pueden conducir a un incremento en la comprensión y a una reducción de la incertidumbre.”

¿Cuál es entonces la definición de información que proponemos? De manera tan breve como poco intuitiva

—como ya advertimos—, ésta indica: *la información es reducción de incertidumbre y aumento del conocimiento*. Esta noción es abordada en dos de las definiciones comentadas anteriormente. Ahora la explicaremos y ejemplificaremos. En primer lugar, aclaremos que por incertidumbre nos referimos al concepto de *incertidumbre probabilística*, es decir, a la posibilidad de elegir uno de varios eventos posibles. Otra acepción alternativa de este concepto describe la incertidumbre como sensaciones de duda, perplejidad, o vacilación, mismas que no se aplican en este caso.

¿Cómo puedo aumentar conocimiento y reducir incertidumbre? Eso ocurre, por ejemplo, cuando somos presentados a personas que previamente no nos conocían. Al decir nuestro nombre transmitimos información en dos formas; la primera es obvia, la segunda no. Cuando decimos nuestro nombre, aumentamos el conocimiento del receptor. Lo que es menos evidente es que *ipso facto* de decir nuestro nombre también *eliminamos incertidumbre*, puesto que implícitamente descartamos *todas las posibilidades restantes*, es decir, todos los nombres imaginables, desde la A hasta la Z.

Imaginen que les revelan el resultado de tres juegos de azar: lanzar un volado, rodar un dado y extraer una carta de una baraja. Nuestro conocimiento aumenta cuando nos informan que el resultado del volado fue “águila”, el del dado “seis”, y el de la carta “reina de corazones”. Lo que no es obvio, pero sí muy informativo, es estimar *cuánta incertidumbre se redujo* en cada evento. Al saber que salió “águila” descartamos exactamente un medio de incertidumbre (50%).

Con el dado descartamos cinco sextos (83%) de incertidumbre, correspondiente a los eventos que no resultaron (del 1 al 5). Finalmente, con la baraja descartamos la mayor proporción de incertidumbre (98%), ya que en cuanto supi-

mos que salió la reina de corazones eliminamos las 51 posibilidades restantes. Conocer los resultados nos dio nuevos conocimientos (*águila, seis, y reina de corazones*), e igualmente fue muy informativo cuando consideramos cuánta incertidumbre quedó eliminada en cada evento: 50%, 83% y 98%.

¿CÓMO TRANSFORMAMOS LA INFORMACIÓN?

Desde que la información llega a nuestro organismo es sometida a una variedad de transformaciones. A continuación detallamos algunos de estos procesos.

Transformaciones sensoriales

Antes del surgimiento de los métodos experimentales que utilizamos para investigar la sensopercepción, varios pensadores prominentes ya habían advertido la enorme distancia que media, por una parte, entre los datos que arriban a nuestros sentidos y, por otra, la riqueza de detalle con la cual interpretamos dicha información. Por ejemplo, Schopenhauer (1813) delinea esa conexión en su tesis doctoral en la universidad de Jena. Más adelante, el polímata von Helmholtz (1867) propone la teoría de las *inferencias inconscientes*. Ésta sugiere que, sin tener consciencia de ello, habitualmente interpretamos cantidades limitadas de datos sensoriales a partir de los cuales formulamos con regularidad —mas no invariablemente— interpretaciones plausibles y organizadas que fundamentamos en nuestro conocimiento previo. La influencia de von Helmholtz dista mucho de ser exclusivamente histórica. Hay numerosos tratamientos modernos de la noción de *inferencias inconscientes*, como

por ejemplo la elaboración bayesiana de este concepto, así como numerosos estudios contemporáneos sobre el mismo (v. gr., Geisler y Kersten, 2002; Hatfield, 2002; Hilbert, 2005; Meyering, 1989; Pellicano y Burr; Westheimer, 2008).

Más recientemente, al tratar sobre la relación entre cognición y categorización, Harnad (2005) indica: somos organismos sensoriomotrices. Los órganos de los sentidos tienen la función de llevar a cabo las primeras transformaciones de la información. Éstas consisten en transformar diversas modalidades de energía física a un lenguaje único: el lenguaje electroquímico del sistema nervioso. Así, la visión *recodifica* la energía electromagnética de la luz; la audición lo hace con los patrones acústicos; el olfato y el gusto transforman señales químicas, mientras que las diversas variedades del tacto —el sentido somatosensorial— procesan señales de presión, temperatura, dolor y propiocepción. Un aspecto fundamental de nuestros sensores es que por su propia naturaleza hacen que todas las transformaciones que realizan estén organizadas (ver apartado sobre *categorización*). ¿Y cómo organizan los sensores dichas transformaciones? En parte por su propia arquitectura, la cual determina y estructura cómo detectamos los estímulos medioambientales.

Los umbrales, rangos detectables de energía. Por principio, todo organismo posee limitaciones acerca del *rango* de energías físicas que puede detectar, denominados *umbrales*. En el caso de la visión cromática, el ojo humano percibe un intervalo *aproximado* de longitud de onda entre 400 y 700 nm (nanómetros: $1 \times 10^{-9} \text{m.}$), desde el violeta hasta el rojo (Bohren y Clothiaux, 2006). Mientras que el ojo humano no suele detectar ultravioleta, ciertos insectos y aves diurnas como las abejas (*Apis mellifera*) y los periquitos australianos (*Melopsittacus undulatus*) pueden hacerlo, ya

que su sistema visual capta esas longitudes de onda. El oído humano normal puede discriminar un rango de *frecuencias* que va desde 20 hasta 20,000 Hz, en tanto que el rango de *intensidad* perceptible abarca desde 0 hasta 130 dB (Gelfand, 1990; Katz, 2002).

Determinantes estructurales de la percepción. Aparte de la forma en que los umbrales demarcan la captación de información, la arquitectura y fisiología de cada sensorreceptor igualmente determinan y delimitan qué magnitudes y cualidades vamos a procesar. En el caso de la visión, la retina contiene dos clases de fotoreceptores, conos y bastones. Los primeros nos dan mayor agudeza visual, así como la visión cromática (Rowe, 2002; Solomon y Lennie, 2007). Los segundos poseen una mayor sensibilidad y nos dan la capacidad de visión escotópica, capaz de operar en condiciones de baja iluminación (Marc, Anderson, Jones, Sigulinsky y Lauritzen, 2014).

En el caso de la audición la cóclea transforma patrones de presión en experiencias auditivas. De manera análoga a los fotoreceptores es diferencialmente sensible, en este caso a diferentes rangos de frecuencia, siendo más receptiva a frecuencias altas cerca de la base y a frecuencias bajas en el ápice. Ese arreglo respecto a frecuencias es preservado por las diversas estructuras que conducen los impulsos auditivos hasta los centros especializados del cerebro en un arreglo denominado *mapas tonotópicos* (Formisano, Kim, Di Salle, van de Moortele, Ugurbil, y Göbel, 2003; Shera, Guinan, Jr., y Oxenham, 2002; Stakhovskaya, Sridhar, Bonham, y Leake, 2007). Como ejemplo final citaremos la organización espacial del sentido del gusto, ya que los receptores a las diversas dimensiones del sabor también se ubican diferencialmente en la superficie de la lengua (Chandrashekar, Hoon, Ryba y Zuker, 2006; Scott, 2005).

En suma, la totalidad de nuestras experiencias perceptuales está mediada por la naturaleza y características de respuesta de nuestros órganos sensores y las diversas transformaciones que éstos realizan sobre los datos que nos proporciona la información medioambiental.

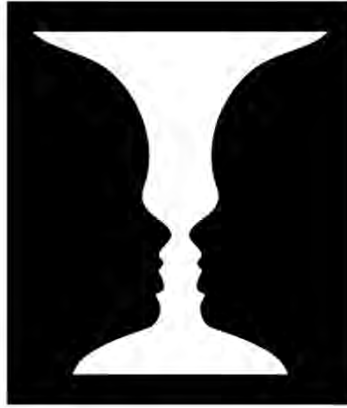
Atención selectiva

Una segunda forma de transformar la información consiste en atenderla selectivamente, filtrando sólo algunos de los muchos estímulos que impactan nuestros sentidos. Justo en este instante y mientras lees, pon atención en tu postura corporal y responde las siguientes preguntas: ¿cuál es tu posición corporal? ¿Estás sentada, de pie, o reclinada? ¿Cómo tienes las piernas, cruzadas, paralelas o en alguna otra posición? ¿Cómo están colocados tus brazos? ¿Tienes alguna sensación corporal como tensión muscular, fatiga, hambre o sueño? Mediante la atención selectiva decidimos qué aspectos del medio ambiente —interno y externo— procesamos con mayor detalle y cuáles dejar fuera de nuestra vigilancia. La atención consiste en atender sólo algunos aspectos de la información y descartar los demás.

Otra descripción de *atención* señala que es la *asignación de recursos limitados de procesamiento*, ya que es imposible atender simultáneamente a todos los estímulos medioambientales (Anderson, 2004; Kinchla, Solís-Macías y Hoffman, 1983). Incluso los estímulos más sencillos nos permiten ilustrar este principio. La *Figura 1* ilustra la articulación alternativa figura-fondo. La figura puede ser selectivamente interpretada como un par de perfiles o como una copa; no obstante, no podemos *pensar* en ambas simultáneamente. Obviamente podemos ver ambas imágenes a la vez, pero

no podemos atender paralelamente al significado de cada estímulo.

Figura 1.
Ejemplo clásico de organización figura-fondo



Memoria

La memoria es un proceso cognoscitivo que sustenta nuestra existencia. El primero en estudiarla experimentalmente fue Hermann Ebbinghaus (1885). Los procesos de la memoria son propicios para ilustrar diversas transformaciones de la información. Esto se debe a que nuestra memoria realiza múltiples transformaciones a lo largo de sus operaciones esenciales: (1) codificación, (2) registro (almacenamiento) y (3) recuperación. Al hablar de memoria aludimos a los procesos y estructuras que realizan estas operaciones. La memoria empieza a operar cuando se recibe información, sea de los sensores o de operaciones que realizamos internamente. Por *codificación* entendemos la recepción de información, así como todo cambio en el formato de representación de la misma. El *registro* es la permanencia de

la información en nuestra memoria. Dicha permanencia va desde fracciones de segundo hasta el resto de nuestra vida. Finalmente, la *recuperación* es el proceso de reactivar la información para su utilización, y adopta diversas formas. Recuperamos información *explícitamente* al activar el *recuerdo* del nombre de una persona, y también al activar el *reconocimiento* de una melodía que nos agrada. Los procesos anteriores son formas de *memoria declarativa*. Otra clase de memoria es la de *procedimientos*; consiste en conductas motoras que pueden ser sencillas, como vestirtos; ser relativamente más complicadas como manejar un automóvil, o poseer un avanzado grado de refinamiento, como la interpretación musical por parte de un virtuoso.

¿Cómo transforma la información nuestra memoria? Lo hace, por ejemplo, cuando escuchamos una palabra y la convertimos en una representación visual. Al escuchar “mesa” podemos evocar la imagen mental de cualquier mesa particular, hecha de materiales específicos y que posee dimensiones y atributos (visuales, táctiles, etcétera) que activamos en nuestra memoria. En este ejemplo, el paso de la representación auditiva inicial de “mesa” a su representación mental posterior en modalidad visual ejemplifica una transformación mental.

Otro tanto sucede entre las etapas de registro y recuperación. Supongamos que una persona estudia anatomía para presentar un examen. Para hacerlo, aprende visualmente diversas estructuras anatómicas. Supongamos que el examen fuera verbal y se pidiera a la examinada especificar la localización de cierto órgano con respecto a otras estructuras, *v. gr.*, “¿qué estructura se localiza por debajo del hipotálamo anterior y sobre la hipófisis?” En este caso, la transformación requerida consiste en cambiar la información de un código visual a uno verbal y responder “*quiasma óptico*”.

Lo mismo sucede en una prueba de conocimientos musicales cuando se nos pide identificar una melodía, su autor, o cualquier otro dato relevante. La transformación consiste en reconocer auditivamente el fragmento y en evocar a partir de éste la información verbal correspondiente.

Acostumbramos realizar estas transformaciones en forma automática, sin reparar siquiera en su enorme complejidad, como tampoco en los procesos que utilizamos. Cuando visitamos lugares desconocidos solemos pedir orientación para visitar algún punto de interés. Quien nos guíe nos va a dar una serie de explicaciones verbales, *v. gr.*, “camine tres cuerdas, al llegar al semáforo verá un banco, de vuelta a la derecha, siga directo dos cuerdas más, dé vuelta a la izquierda y ahí está el lugar.” Las personas no suelen tener problemas para transformar estas secuencias verbales en un mapa visual interno que guíe su recorrido. Para hacerlo realizan una compleja serie de transformaciones a partir de descripciones *discretas* que generan un mapa mental *continuo* que los lleve a su objetivo.

Estas instancias ilustran transformaciones de la información. Por ejemplo, al cambiar de una modalidad sensorial a otra como en los exámenes de anatomía o música que citamos. En el caso del mapa mental transformamos direcciones discretas en una representación continua. Sin entrar en detalles, una variable discreta tiene valores enteros, y una continua puede tomar valores tan fragmentarios como nos convenga. La proporción de águilas y soles que resulta de lanzar 10 volados es una variable discreta. Pueden registrarse siete águilas y tres soles, pero nunca 6.77 soles y 3.23 águilas. En contraste, el tiempo requerido para realizar un proceso es una variable *continua*, puesto que tiene sentido fraccionarlo tanto como sea necesario, y reportar que el tiempo de reacción ante un estímulo es de 7 segs., de 7.5

segs., o de 757 msgs. (milésimas de segundo o milisegundos). En el ejemplo de la dirección, cada descripción verbal es discreta y su representación visual interna es continua.

Haga ahora el siguiente ejercicio: evoque tan rápidamente como le sea posible el rostro de una persona que le parezca muy atractiva, y en cuanto lo logre responda las siguientes preguntas: ¿requirió mucho tiempo para responder? ¿Imagino el rostro deseado, o inesperadamente evocó —por ejemplo— la imagen de un mueble? ¿Se siente muy agotada por hacer el ejercicio? Obviamente no tuvo el menor problema para hacerlo, y podría pensar que éste es trivial; pero no es así. Entre la petición de evocar ese rostro y lo que hizo de manera tan aparentemente sencilla hubo una serie de procesos cognoscitivos que le permitieron responder con facilidad. Por contraste, considere las dificultades que afrontan ciertos pacientes neurológicos y advertirá la complejidad de estas tareas. Esto ocurre en quienes sufren *prosopagnosia*, una clase de agnosia visual caracterizada por la incapacidad de reconocer rostros humanos, inclusive el de la propia persona que padece esta condición (Grüter, Grüter y Carbon, 2008).

Advierta que pude haberle pedido que manipulara cualquier otra imagen, como el contorno geográfico de México, el plano de su casa o cualquier otra imagen visual conocida. De cualquier forma, hubiera generado su respuesta con la misma facilidad, ya que nuestra memoria realiza éstas y muchas otras transformaciones de manera automática, en forma prácticamente instantánea y sin esfuerzo aparente.

TRANSFORMACIONES QUE REORGANIZAN E INCREMENTAN LA INFORMACIÓN

En esta sección abordaremos dos procesos que no sólo son activados en respuesta a ciertas transformaciones de la información; además, su activación tiene efectos a más largo plazo que las descritas anteriormente y pueden conducir a reorganizaciones más perseverantes y profundas de nuestro conocimiento. Éstos son: (1) el léxico mental y (2) la categorización.

El léxico mental (LM)

Este concepto, introducido por Oldfield (1966), se refiere a una especie de *diccionario mental* que reside en nuestra memoria a largo plazo. El LM contiene información acerca de todas las palabras que conocemos, e incluye, entre otros, datos sobre *i)* significado, *ii)* sintaxis, y *iii)* fonología de las palabras. Más activamente que un léxico físico, el LM describe cómo codificamos, activamos, almacenamos y recuperamos las palabras, y no está organizado alfabéticamente. La analogía nominal con un léxico fue hecha meramente con intenciones descriptivas.

Una propiedad del LM es que su contenido se actualiza a lo largo de toda nuestra vida, puesto que acumulamos nuevos vocablos y significados gracias a nuestras experiencias lingüísticas. Por ejemplo, un estudio canadiense (2008) exploró el *crecimiento exponencial* del vocabulario de las personas entre los 18 meses y los 17 años de edad. En promedio, se producen menos de 100 palabras a los 18 meses, a los seis años ya se producen más de 10,000; a los 17 ese promedio se acerca a 100,000. En su punto más productivo,

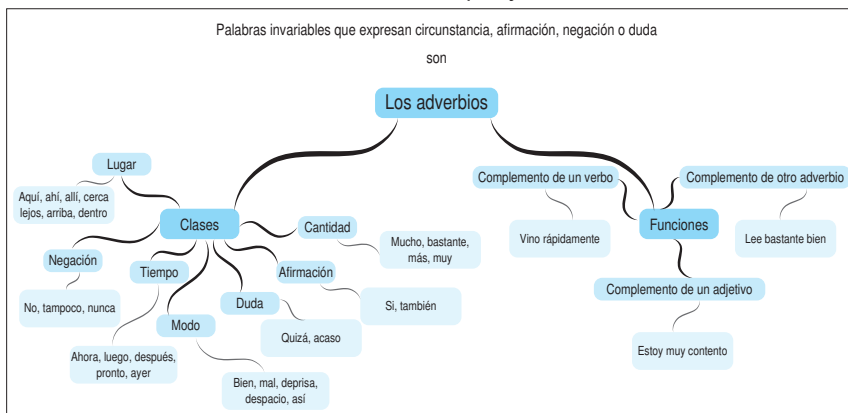
Significados e interpretaciones de la información desde el usuario

los niños incorporan en promedio más de ocho palabras diariamente (Bloom, 2000).

La *Figura 2* ejemplifica una posible representación del conocimiento sobre el concepto de *adverbio* y sirve para ejemplificar cómo podemos ir incorporando nueva información lingüística a la que ya poseemos.

Figura 2.

Descripción gráfica del concepto de *adverbio*. Ilustra cómo acrecentamos nuestro conocimiento de ese concepto y lo vinculamos con otros



Fuente: elaboración propia.

La tarea experimental que se utiliza más frecuentemente para explorar el LM es la *verificación lexicográfica*. Ésta consiste en presentar una serie de estímulos verbales, y pedir a los participantes que decidan tan rápidamente como puedan si cada uno de esos estímulos es, o no, una palabra válida. Los participantes responden oprimiendo una de dos teclas que indican su decisión de “verdadero” o “falso”. La variable dependiente que registramos es el tiempo de reacción, medido en ms (milésimas de segundo).

Dependiendo de los objetivos de un experimento, el número, secuencia y naturaleza de los estímulos puede variar

considerablemente. No obstante, un factor común de estos estudios es que se utiliza una proporción de palabras verdaderas y otra de falsas, estudiando el patrón de latencias resultante para hipotetizar qué factores causaron el patrón observado, *v. gr.*, Solís-Macías (2011).

La investigación sobre el LM es muy activa; numerosos estudios exploran una rica variedad de interrogantes como —por ejemplo— qué áreas de la corteza cerebral responden a la estimulación visual rápida (Lochy, Van Belle y Rossion, 2015); si los lectores jóvenes disponen de acceso rápido al LM o éste se desarrolla con la experiencia y maduración (Perea, Jiménez y Gomez, 2015). Argyriou, Byfield y Kita (2015), analizan cómo el hemisferio derecho procesa semánticamente las metáforas, y Zhu, Gold, Chang, Wang, y Juan (2015) examinan qué regiones frontales del cerebro determinan la velocidad de respuesta.

La investigación sobre el LM amplía nuestra comprensión sobre cómo éste se estructura y refina mediante la experiencia. Dos preguntas cruciales sobre el lenguaje y el LM son: ¿cómo se relacionan nuestros pensamientos con las palabras que utilizamos para expresarlos? Y a su vez, ¿cómo buscamos esas palabras en nuestra mente para comunicar eficientemente nuestros pensamientos? El LM debe poseer un alto grado de organización que nos permita expresarnos de manera adecuada, rápida y con mínimo error. Esto es importante, puesto que este capítulo considera la influencia de la búsqueda de información sobre su representación y sus transformaciones.

El LM es crucial para el manejo del lenguaje. Gell-Mann (1994), Gell-Mann y Park (1997) y Kirby (1999) caracterizan al lenguaje como un *sistema adaptativo complejo* (SIC, por sus siglas en inglés), e indican que esa adaptación se logra por un proceso de auto-organización y selección. Dooley

(1997) sugiere que todo SIC funciona y evoluciona gracias a tres principios esenciales: (1) su *orden* es emergente; la organización de un SIC no está predeterminada, sino que emerge por la experiencia. (2) la *historia* del sistema es irreversible. Entre los registros más permanentes de nuestra memoria están los del LM. Evidentemente, en ocasiones podremos olvidar temporalmente alguna palabra conocida; el ejemplo más ilustre es el fenómeno de tener la información “en la punta de la lengua” (PdeL). Ocurre cuando intentamos recordar una palabra y nuestros intentos iniciales fracasan. Al describirlo, William James (1890) señala que es un estado de “leve tortura” por alusión a la irritación que causa no poder nombrar algo que solemos designar con familiaridad. No obstante, PdeL no ilustra una falla del LM, sino un fallo temporal de la memoria. En este sentido, Tulving y Pearlstone (1966) diferenciaron entre dos estados alternativos de la información en memoria. Uno es la *disponibilidad*, y describe el hecho de tener información potencialmente utilizable. Otro es la *accesibilidad*, e indica que la información no sólo está disponible, sino que tenemos acceso directo a ella. PdeL ilustra una incapacidad temporal de acceder a nuestra memoria, si bien la información sigue disponible. (3) El *futuro* del SIC es a menudo *imprevisible*. Esta propiedad amplía la primera, ya que además de un orden no preestablecido, tampoco se fija de antemano el curso de desarrollo de nuestro SIC.

En las instancias iniciales que propusimos —perceptuales, atencionales y mnemónicas— vimos cómo se transforma la información al codificarla, seleccionarla y registrarla. A partir del LM, abordamos procesos aún más dinámicos y perseverantes, puesto que ya no sólo aluden a transformaciones de la información, sino a formas acumulativas de

crecimiento y (re)organización que emergen como consecuencia de manipular nuestros contenidos mentales.

Categorización

Junto con el LM, la categorización es otra instancia de transformaciones de la información que opera a largo plazo y reorganiza significativamente los contenidos mentales. Al categorizar agrupamos *conceptos* con base en dos cualidades. Primera, los miembros de una categoría comparten entre sí varios atributos en común y guardan cierta similitud entre ellos. Segunda, el conjunto de rasgos que designa pertenencia dentro de una categoría a su vez la diferencia de otras (Rosch, 1978). La categorización organiza *conceptos*. Éstos son los vehículos del pensamiento, puesto que representan simbólicamente nuestro conocimiento y derivan de experiencias directas con instancias específicas (Bruner, Goodnow, y Austin, 1956; Love, 2003). Una diferencia importante entre categorías y conceptos es que éstas representan clases de objetos en el medio ambiente, en tanto que los conceptos son las representaciones mentales de tales clases (Margolis, 1994).

Aristóteles hizo la contribución inicial en este campo. En *Κατηγορίαι*, “Las Categorías”, primera parte del *Organon* propone una taxonomía compuesta por diez *praedicamenta*, conjunto de diez criterios para clasificar lo que existe, y sirven para enumerar qué puede fungir como *sujeto* o *predicado* de una proposición lógica (Barnes, 1984; 1995). Las Categorías de Aristóteles es la única obra estudiada y analizada en forma ininterrumpida desde su surgimiento, en el siglo III antes de nuestra era, hasta nuestros días.

Funciones de la categorización: (1) Reduce la complejidad, al responder genéricamente a una categoría, *v. gr.*,

agrupamos bajo el rubro “fruta” o “emoción” todas las diferentes instancias de esas clases (Principio de *economía cognoscitiva*, Rosch, 1978). (2) Organiza el conocimiento al establecer taxonomías jerárquicas. Esto es, incorporamos categorías menores dentro de otras más inclusivas, *v. gr.*, gato → mamífero → vertebrado → animal → ser vivo (Dimensión de *inclusividad*, Rosch, 1978; Sloutsky, 2003). (3) Agiliza tomar decisiones. Conocer una categoría nos permite responder a nuevas instancias. Si bien nunca antes habíamos visto un perro específico, nuestro conocimiento categórico nos ayuda a identificar nuevos ejemplares y elegir cursos de acción (acariciar, evadir, etcétera). (4) Permite formular inferencias predictivas. En un interesante experimento Gelman y Markman (1986) presentaron tercias de conceptos, *v. gr.*, flamenco, cuervo y murciélago, e informaron a los participantes que el flamenco: “tiene un arco aórtico derecho”. Del murciélago dijeron: “tiene un arco aórtico izquierdo”; enseguida preguntaron: ¿qué tipo de arco aórtico tiene el cuervo? A pesar de parecerse más en color y talla al murciélago, casi el 90% de los participantes respondieron correctamente que —como el flamenco— el cuervo también lo tiene del lado derecho. Otro aspecto interesante de este estudio fue encontrar que los niños de cuatro años ya responden con base en estas inferencias casi el 70% de las veces; es decir, la habilidad de inferir a partir de categorías se manifiesta tempranamente. Esto significa que, al formular inferencias, en ocasiones obviamos información perceptual, en este ejemplo similitudes en color y talla, y que la propiedad en cuestión es por entero inobservable.

Los trabajos recientes de investigación sobre categorización estudian, entre otros, los campos de música, lenguaje y acción (Fitch y Martins, 2014), la lectura eficiente, mediante análisis neurofuncional por fMRI (Graves, Binderb, Desaic,

Humphries, Stengel, y Seidenberg, 2014), la relación entre predicción y resultados en el control cognoscitivo adaptativo (Schiffer, Waszak, y Yeung, en prensa), mientras Bartelet, Ansari, Vaessen, y Blomert (2014) abordan las dificultades en el manejo de las matemáticas a nivel primario.

Una división evidente entre categorías distingue entre naturales (*v. gr., ave*) y artificiales (*v. gr., avión*), Kalénine, Peyrin, Pichat, Segebarth, Bonthoux, y Baciú, (2009); Medin, Lynch y Solomon (2000). La investigación experimental revela que el tiempo que requiere responder ante ambos tipos de categorías es comparable, VanRullen y Thorpe (2001).

Dos propiedades de las categorías lograron escapar el escrutinio aristotélico y han sido recientemente descubiertas. La primera es la *representatividad* (typicality); la segunda, que las categorías tienen *bordes difusos* (fuzzy boundaries). Vigorosos programas de investigación cognoscitiva experimental, así como investigaciones filosóficas en el siglo XX informaron sobre la existencia de estas características, que describiremos a continuación.

Las categorías que manejamos mentalmente se ubican en un continuo de *representatividad*. Esto significa que: (1) todas las instancias de una categoría se ubican en un gradiente, y que: (2) toda categoría tiene instancias más representativas que otras, es decir, hay instancias que son “mejores” ejemplos de una categoría que otras. Piense tan rápidamente como pueda en ejemplos de la categoría “aves”. Es más probable que haya pensado en “águila” o “canario” que en “kiwi” o “ñandú”. La propiedad de representatividad se ve experimentalmente confirmada por el hecho de que no sólo citamos algunas instancias con mayor frecuencia; asimismo, el tiempo de reacción para verificar lexicográficamente una proposición es más rápido para instancias representativas que para las menos representativas.

Bordes difusos. Desde que se formuló la concepción aristotélica de categoría se supuso que cada una definía su pertenencia sin ambigüedades. Es decir, además de suponer que toda categoría podría ser definida con claridad —esto es, carente de ambigüedades—, se añadía que éstas fueran mutuamente excluyentes y exhaustivas. Por ejemplo, las definiciones de “número par” y “número non” deberían bastar no sólo para distinguir entre ambas clases de número, sino también para agotar el universo de posibilidades.¹

No obstante, numerosas investigaciones han modificado la visión tradicional respecto a estos dos aspectos. Primero, la supuesta equivalencia de membresía, según la cual cualquier instancia representa tan adecuadamente a una categoría como cualquier otra. Segundo, que la membresía en una categoría es definitiva y excluyente.

Esto implica que los miembros *menos* representativos en ocasiones se consideran instancias de categorías adyacentes; por ejemplo, ¿qué es un aguacate, o una aceituna; fruta o verdura? Experimentos sobre el tema revelan que indistintamente lo clasificamos como instancias de alguna de las dos categorías. Estudios en diversos campos de investigación examinan esta propiedad del pensamiento humano. Fitting, Wedell y Allen (2005) analizaron la memoria para ubicaciones espaciales, y Keskin, Ilhan y Özkan (2010) aplican lógica difusa al proceso de elección de proveedores. McCloskey y Glucksberg (1978) estuvieron entre los primeros en demostrar experimentalmente los bordes difusos en psicología. En un interesante artículo, Hey (2001) discute un problema tan profundo como fundamental en biología: cómo definir el concepto de *especie*. De manera interesante, la solución que propone Hey consiste en manifestar: “en

1 Éste es un ejemplo ilustrativo; no se abunda precisando que tratamos de números naturales, positivos, enteros, etcétera.

nuestras mentes y en nuestro lenguaje, *las especies son categorías*” (énfasis añadido, p. 327). En la percepción de emociones, Russell y Bullock, M. (1986), así como Russell y Fehr (1994) aplican el concepto de bordes difusos a la percepción de expresiones faciales emocionales.

En “Funes el memorioso” Borges dice: “Pensar es olvidar diferencias, es generalizar, abstraer. En el abarrotado mundo de Funes no había sino detalles, casi inmediatos” (1944: 490). Esta descripción atañe a un personaje ficticio; la inmensa mayoría de los seres humanos reducimos convenientemente una infinidad de singularidades gracias a la categorización. Empero, sí ha habido al menos una persona real con una incapacidad similar a la de Funes para abstraer y categorizar. Se trata de “S”, cuyo nombre era Solomon Shereshevsky, el mnemonista cuyas hazañas fueron descritas en la obra de Luria *La mente de un mnemonista* (1968). Por una parte, “S” tenía memoria fotográfica perfecta; por otra, igualmente tenía una incapacidad casi absoluta de conceptualizar información abstracta, llegando al extremo de tener dificultades ocasionales para leer, ya que las palabras escritas le evocaban sensaciones que lo distraían. Esto se debía a que, además, “S” no sólo tenía sinestesia múltiple sino muy acentuada, ya que veía sonidos en color, el tacto le provocaba sensaciones de sabor, etcétera. En resumen, si bien muchas personas desearían tener una memoria “perfecta”, el caso de “S” ilustra el alto costo de esa supuesta perfección.

CONCLUSIONES

Este capítulo describe de manera sistemática la forma en que la información es sometida a una diversidad de transformaciones. Éstas ocurren desde (1) la percepción, que es

la llegada de información a nuestros sensores, pasando por (2) la atención selectiva, y (3) la memoria, hasta llegar a procesos más duraderos y que organizan internamente la información que poseemos. Dichos procesos son (4) el léxico mental y (5) la categorización. Ambos nos permiten realizar operaciones sumamente complejas que guían nuestro comportamiento en diversas situaciones, e ilustran las diversas y complejas formas en las cuales no sólo transformamos sino que reestructuramos la información.

BIBLIOGRAFÍA

- Aitchison, J. (2003). *Words in the Mind: An Introduction to the Mental Lexicon*. Malden, MA: Blackwell.
- Anderson, J. R. (2004). *Cognitive psychology and its implications* (6th ed.) [United States of America]: Worth Publishers.
- Argyriou, P., Byfield, P. & Kita, S. (2015). Semantics is crucial for the right-hemisphere involvement in metaphor processing: Evidence from mouth asymmetry during speaking. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 20(2), 191-210. doi: 10.1080/1357650X.2014.951654
- Barnes, J. (Ed.) (1984). *The Complete Works of Aristotle. The Revised Oxford Translation*. Bollingen series LXXI, 2. Princeton: Princeton University Press.
- _____. (Ed.) (1995). *Aristotle. Categories. The Complete Works of Aristotle*, 2 vols. (pp. 3-24) Transl. J. L. Ackrill. Princeton: Princeton University Press,
- Bartelet D., Ansari D., Vaessen A., & Blomert L. (2014). Cognitive subtypes of mathematics learning difficulties in primary education. *Research in Developmental Disabilities*, 35(3), 657-670. doi:10.1016/j.ridd.2013.12.010

- Bloom, P. (2000). *How children learn the meanings of words*. Cambridge: MIT Press.
- Böhren, C. F., & Clothiaux, E. E. (2006). *Fundamentals of Atmospheric Radiation: An Introduction with 400 Problems*. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.
- Borges, J. L. (1936). *Historia de la eternidad*. Obras completas, Vol. 1. Buenos Aires: Emecé Editores.
- _____. (1944). *Ficciones*. Obras completas, Vol. 1. Buenos Aires: Emecé Editores.
- Bruner, J. S., Goodnow, J. J., & Austin, G. A. (1956). *A study of thinking*. New York: Wiley.
- Chandrashekar, J., Hoon, M. A., N. J. P. Ryba & Zuker, C. S. (2006). The receptors and cells for mammalian taste. *Nature*, 444, 288-294. doi:10.1038/nature05401
- Contemporary Linguistic Analysis (5th Custom Edition for U of A)*. (2008). Toronto, ON: Pearson Custom Publishing.
- Dooley, K. J. (1997). A complex adaptive systems model of organization change. *Nonlinear Dynamics, Psychology, and Life Sciences*, 1(1), 69-97. doi: 10.1023/A:1022375910940
- Ebbinghaus, H. (1885). Über das Gedächtnis: Untersuchungen zur experimentellen Psychologie. Leipzig: Duncker & Humblot.
- Elman, J. L. (2004). An Alternative view of the mental lexicon. *Trends in Cognitive Science*, 8(7), 301–306. doi: 10.1016/j.tics.2004.05.003
- Estes, W. K. (1975), *Handbook of Learning and Cognitive Processes vol. V*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.
- Fitch W. T. & Martins M. D. (2014). Hierarchical processing in music, language, and action: Lashley revisited. The Year in Cognitive Neuroscience. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1316, 87-104. doi: 10.1111/nyas.12406

Significados e interpretaciones de la información desde el usuario

- Fitting, S., Wedell, D. H., & Allen, G. L. (2005) Spatial Information Theory. *Lecture Notes in Computer Science*, 3693, 459-474.
- Formisano, E., Kim, D. S., Di Salle, F., van de Moortele, P. F., Ugurbil, K., & Göbel, R. (2003). Mirror-Symmetric Tonotopic Maps in Human Primary Auditory Cortex. *Neuron*, 40(4), 859-869.
- Geisler, W. S., & Kersten, D. (2002). Illusions, perception and Bayes. *Nature neuroscience*, 5(6), 508-510. doi: 10.1038/nn0602-508
- Gelfand, S A. (1990). *Hearing: An introduction to psychological and physiological acoustics*. 2nd edition. New York and Basel: Marcel Dekker, Inc.
- Gell-Mann, M. (1994). *The Quark and the Jaguar*. New York: Freeman & Co.
- Gell-Mann, M., & Park, D. (1997). The Quark and the Jaguar: Adventures in the simple and the complex. *American Journal of Physics*, 65(164), 164-165. <http://dx.doi.org/10.1119/1.1860>
- Graves, W. W., Binderb, J. R., Desaic, R. H., Humphries, C., Stengel, B. C. & Seidenberg, M. S. (2014). Anatomy is strategy: Skilled reading differences associated with structural connectivity differences in the reading network. *Brain and Language*, 133, 1-13. doi:10.1016/j.bandl.2014.03.005
- Grüter, T., Grüter, M., & Carbon, C. C. (2008). Neural and genetic foundations of face recognition and prosopagnosia. *Journal of Neuropsychology*, 2(1), 79-97. doi: 10.1348/174866407X231001. PMID 19334306
- Harnad, S. (2005). To Cognize is to Categorize: Cognition is Categorization. En H. Cohen & Lefebvre C., (Eds.) *Handbook on Categorization*. Amsterdam: Elsevier.
- Hatfield, G. (2002). Perception as Unconscious Inference. En D. Heyer & R. Mausfeld (Eds.) *Perception and the Physical World: Psychological and Philosophical Issue in Perception*. New York: John Wiley & Sons, Ltd.

- Helmholtz, H. L. F. von. (1867). *Handbuch der physiologischen Optik* 3. Leipzig: Voss.
- Hey, J. (2001). The mind of the species problem. *Trends in Ecology & Evolution*, 16(7), 326-329.
- Hilbert, D. (2005). Color constancy & the Complexity of Color. *Philosophical topics*, 33(1), 141-158.
- James, W. (1890). *The Principles of Psychology*, Cambridge, MA: Harvard University Press [1981. Originally published in 1890].
- Kalénine, S., Peyrin, C., Pichat, C., Segebarth, C., Bonthoux, F., & Baciú, M. (2009). The sensory-motor specificity of taxonomic and thematic conceptual relations: A behavioral and fMRI study. *NeuroImage*, 44, 1152-1162.
- Katz, Jack (2002). *Handbook of Clinical Audiology* (5th ed.). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Keskin, G. A., Ilhan, S. & Özkan, C. (2010). The Fuzzy ART algorithm: A categorization method for supplier evaluation and selection. *Expert systems with applications*, 37, 1235-1240.
- Kinchla, R. A., Solís-Macías, V. M. & Hoffman, J. (1983). Attending to different levels of structure in a visual image. *Perception & Psychophysics*, 33(1), 1-10. doi: 10.3758/BF03205860
- Kirby, S. (1999). *Function, selection and innateness*. Oxford: Oxford University Press.
- Lochy, A., Van Belle, G. & Rossion, B. (2015). A robust index of lexical representation in the left occipito-temporal cortex as evidenced by EEG responses to fast periodic visual stimulation. *Neuropsychologia*, 66, 18-31. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2014.11.007>
- Love, B. C. (2003). Concept learning. En L. Nadel (Ed.), *Encyclopaedia of cognitive science* (Vol. 1, pp. 646-652). London: Nature Publishing Group. doi: 10.1002/0470018860.s00499

Significados e interpretaciones de la información desde el usuario

- Luria, A. R. (1968). *The Mind of a Mnemonist. A Little Book about a Vast Memory*. New York: Basic Books.
- Marc, R. E.; Anderson, J. R.; Jones, B. W.; Sigulinsky, C. L.; & Lauritzen, J. S. (2014). The AII amacrine cell connectome: a dense network hub. *Frontiers in Neural Circuits*, 8: 104. doi: 10.3389/fncir.2014.00104
- Margolis, E. (1994). A reassessment of the shift from the classical theory of concepts to prototype theory. *Cognition*, 51, 73-89.
- McCloskey, M. E., & Glucksberg, S. (1978). Natural categories: Well defined or fuzzy sets? *Memory & Cognition*, 6(4), 462-472.
- Medin, D. L., Lynch, J., & Solomon, H. (2000). Are there kinds of concepts? *Annual Review of Psychology*, 51, 121-147.
- Meyering, T. C. (1989). Helmholtz's Theory of Unconscious Inferences. *Historical Roots of Cognitive Science. The Rise of a Cognitive Theory of Perception from Antiquity to the Nineteenth Century. Synthese Library*, 208, 181-208. doi 10.1007/978-94-009-2423-9_10
- Neisser, U. (1967). *Cognitive Psychology*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Oldfield, R. C. (1966). Things, words and the brain. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 18, 340-353. doi: 10.1080/14640746608400052
- Pellicano, E. & Burr, D. (2012). When the world becomes 'too real': a Bayesian explanation of autistic perception. *Trends in cognitive sciences*, 16(10), 504-510.
- Perea, M., Jiménez, M. & Gomez, P. (2015) Do young readers have fast access to abstract lexical representations? Evidence from masked priming. *Journal of Experimental Child Psychology*, 129, 140-147. doi:10.1016/j.jecp.2014.09.005

- Rosch, E. (1978). Principles of Categorization. En E. Margolis & S. Laurence (Eds.), *Concepts: Core Readings* (pp. 189-206). Cambridge: MIT Press.
- Rowe, M. H. (2002). Trichromatic color vision in primates. *News in Physiological Sciences*, 17(3), 93-98.
- Russell, J. & Bullock, M. (1986). Fuzzy concepts and the perception of emotion in facial expressions. *Social Cognition*, 4, 309-341.
- Russell, J. & Fehr, B. (1994) Fuzzy concepts in a fuzzy hierarchy: varieties of anger. *Journal of Personality and Social Psychology*, 67, 186-205.
- Schiffer, A. M. Waszak, F., y Yeung N. (En prensa). The role of prediction and outcomes in adaptive cognitive control. *Journal of Physiology-Paris*. doi:10.1016/j.jphysparis.2015.02.001
- Schopenhauer, A. (1813). *Über die vierfache Wurzel des Satzes vom zureichenden Grunde*. (1974) *On the Fourfold Root of the Principle of Sufficient Reason*. Open Court Publishing Co.
- Scott, K., (2005). Taste Recognition: Food for Thought, *Neuron*, 48, (3), 455-464.
- Shera, C. A., Guinan, Jr., J. J. & Oxenham, A. J. (2002) Revised estimates of human cochlear tuning from otoacoustic and behavioral measurements. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 99(5), 3318-3323. doi:10.1073/pnas.032675099
- Sloutsky, V. M. (2003). The role of similarity in the development of categorization. *Trends in Cognitive Sciences*, 7(6), 246-251. doi:10.1016/S1364-6613(03)00109-8
- Solís-Macías, V. M. (2011). Investigación del léxico mental mediante tareas de reconocimiento visual. *Archivos de Neurociencias*, 16(4), 179-185.
- Solomon, S. G., & Lennie, P. (2007). The machinery of colour vision. *Nature Reviews Neuroscience*, 8, 276-286. doi: 10.1038/nrn2094

Significados e interpretaciones de la información desde el usuario

- Stakhovskaya, O., Sridhar, D., Bonham, B. H. & Leake, P. A. (2007). Frequency Map for the Human Cochlear Spiral Ganglion: Implications for Cochlear Implants. *Journal for the Association for Research in Otolaryngology*, 8, (2), 220-233. doi: 10.1007/s10162-007-0076-9
- Tulving y Pearlstone (1966). Availability versus accessibility of information in memory for words. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behaviour*, 5(4), 381-391. doi: 10.1016/S0022-5371(66)80048-8
- VanRullen R. & Thorpe S. J. (2001). Is it a bird? Is it a plane? Ultra-rapid visual categorisation of natural and artificial objects. *Perception*, 30(6), 655-668.
- Westheimer, G. (2008). Was Helmholtz a Bayesian? A review. *Perception*, 37, 642-650. doi: 10.1068/p5973
- Zhu, Z., Gold, B. T., Chang, C. F., Wang, S. & Juan, C. H. (2015). Left middle temporal and inferior frontal regions contribute to speed of lexical decision: A TMS study. *Brain and Cognition*, 93, 11-17. doi: 10.1016/j.bandc.2014.11.002

Direcciones electrónicas

- <http://www.archive.org/details/AristotleOrganon>
- <http://www.businessdictionary.com/definition/information.html>
- <http://www.definicionabc.com/tecnologia/informacion.php>
- <http://www.definiciones-e.com/Definicion/de/informacion.php>
- <http://lema.rae.es/drae/?val=informacion> (edición electrónica 22, 2012)
- <http://www.merriam-webster.com/dictionary/knowledge>
- <http://www.oxforddictionaries.com/definition/english/information>