
La representación del conocimiento en la memoria

PID_00260032

Juan Antonio Vera Ferrándiz

Tiempo mínimo de dedicación recomendado: 5 horas



Juan Antonio Vera Ferrándiz

Profesor titular de Psicología básica de la Universidad de Murcia. Imparte docencia en las asignaturas de Psicología de la memoria y Psicología del pensamiento. Su investigación se ha especializado en historia de la psicología española y en autores de tipo funcionalista, especialmente en autores como, por ejemplo, James, Vygotski o Piaget, hecho que le ha permitido acercarse a los temas de pensamiento y representación del conocimiento.

La revisión de este recurso de aprendizaje UOC ha sido coordinada por la profesora: Modesta Pousada Fernández

Tercera edición: septiembre 2019
© Juan Antonio Vera Ferrándiz
Todos los derechos reservados
© de esta edición, FUOC, 2019
Av. Tibidabo, 39-43, 08035 Barcelona
Realización editorial: FUOC

Ninguna parte de esta publicación, incluido el diseño general y la cubierta, puede ser copiada, reproducida, almacenada o transmitida de ninguna forma, ni por ningún medio, sea este eléctrico, mecánico, óptico, grabación, fotocopia, o cualquier otro, sin la previa autorización escrita del titular de los derechos.

Índice

Objetivos	5
1. Cuestiones preliminares sobre la mente y los sistemas representacionales	7
1.1. La representación mental y el sistema cognitivo	7
1.1.1. Introducción	7
1.1.2. Las representaciones mentales y la percepción	7
1.1.3. Función psicológica de las representaciones mentales	10
1.2. Características generales de los sistemas de representación	11
1.2.1. Elementos constitutivos de los sistemas de representación	12
1.2.2. Relación entre los componentes de un sistema de representación	14
2. Formatos de representación	16
2.1. El formato de representación analógico	16
2.1.1. La representación analógica	16
2.2. El formato de representación digital	19
2.2.1. La representación digital	20
2.3. La representación mental: reflexiones en torno al primer modelo de Paivio	21
2.3.1. La teoría del doble código de Paivio	23
3. La representación por imágenes mentales	26
3.1. Las imágenes y la mente	26
3.1.1. Características de las imágenes en tanto que representaciones mentales	26
3.1.2. Función psicológica de las imágenes mentales	28
3.2. Los mapas cognitivos	30
3.2.1. Propiedades esenciales de los mapas cognitivos	30
3.2.2. Naturaleza heurística de los mapas cognitivos	32
4. La representación proposicional	35
4.1. Naturaleza de la representación proposicional	35
4.1.1. Características de las proposiciones en tanto que representaciones mentales	35
4.1.2. La forma de las proposiciones	37
4.1.3. Significado psicológico de las proposiciones	38
4.2. Red proposicional y memoria semántica	39

4.2.1.	La red proposicional de Quillian: donde el concepto de <i>memoria semántica</i> entra en juego	40
4.2.2.	Las alternativas a TCL: el modelo de rasgos.	45
5.	El concepto de representación en disputa.....	50
5.1.	El concepto de representación en disputa: introducción	50
5.2.	El computacionalismo: la "versión dura" de la Psicología cognitiva	52
5.2.1.	El concepto de algoritmo en los sistemas computacionales	53
5.2.2.	El papel de la conciencia dentro de un sistema computacional	54
5.3.	El sistema de representación en los modelos PDP o conexionistas	56
5.3.1.	Propiedades definitorias de los modelos PDP	59
Bibliografía.....		65

Objetivos

Tras haber estudiado este módulo, el alumnado debe ser capaz de manejar sin problemas el vocabulario relacionado con los sistemas de representación, incluyendo aquí lo que está destinado a resaltar las particularidades propias de los formatos analógico y digital.

Asimismo, debe conocer las razones explicativas que impulsaron a los psicólogos a utilizar el concepto de representación mental y ha estar preparado para distinguir con precisión las diferencias existentes entre la representación basada en imágenes y la fundamentada en el concepto de proposición, tanto en términos estructurales como funcionales.

Del mismo modo, con este módulo también pretendemos dejar clara la inclinación experimentalista de la psicología contemporánea e ilustrar cómo se pueden investigar unos procesos tan íntimos y subjetivos como son las imágenes mentales o las redes semánticas.

Por último, el estudio del módulo debe capacitar al alumno para profundizar en las reflexiones conceptuales que estimulan el debate actual sobre la representación mental; para ayudarlo a percibir las diferencias esenciales entre los modelos que conciben al hombre como una computadora de símbolos y los que lo presentan como una máquina conexionista; para hacerle sopesar los pros y los contras de los modelos de mayor vigencia en la psicología contemporánea (proposicionalistas frente a PDP) y, en el mejor de los casos, para animarle a tomar una posición activa ante el problema que plantea la existencia de estas teorías alternativas sobre la representación del conocimiento y su procesamiento.

1. Cuestiones preliminares sobre la mente y los sistemas representacionales

1.1. La representación mental y el sistema cognitivo

1.1.1. Introducción

En este módulo nos introducimos en el interior de la "unidad central de procesamiento" humano de la información para examinar cuál es el formato que adoptan los recuerdos una vez que éstos han sido adquiridos. Cuál es el lugar que ocupa la representación mental en el sistema cognitivo y de qué modo afecta a nuestra conducta la codificación mental de las experiencias vividas son preguntas que trataremos de responder en este apartado en particular.

Más que examinar los procesos que permiten codificar y recuperar la información, o analizar las diversas estructuras que conforma el sistema de memoria humano, aquí nos centramos en el modo como se organiza y relaciona entre sí todo el conocimiento que vamos acumulando acerca de las cosas a lo largo de nuestra vida.

1.1.2. Las representaciones mentales y la percepción

Según nuestra experiencia subjetiva, el hecho de percibir algo no comporta ningún trabajo extra para nosotros. Parece que actuamos de un modo inmediato y sin ningún tipo de esfuerzo, reaccionando a la energía física de los estímulos presentes.

Sin embargo, aunque no nos demos cuenta de ello, siempre que procesamos cualquier tipo de estímulo nuestra mente trabaja con estructuras mentales internas, a las que llamaremos *símbolos* o sencillamente *representaciones mentales*, que sirven para interpretar y dar sentido a nuestras percepciones.

Es cierto que cuando vemos algo directamente lo reconocemos de forma prácticamente automática, lo que hace muy difícil que nos percatemos de la actividad psicológica que en ese momento está desplegando nuestro sistema cog-

nitivo. Pero la inmediatez con que identificamos los objetos de nuestro entorno no debe hacernos pasar por alto la **gran carga de actividad mental** que requiere cualquier tipo de operación psicológica por simple que ésta parezca.

Las representaciones mentales manipuladas por el sistema cognitivo guardan toda la información relevante sobre la realidad a la que hacen referencia. Así, más allá de la apariencia externa de las cosas, de aquello que somos capaces de captar con nuestros sistemas sensoriales, gracias al procesamiento de las representaciones mentales penetramos en la estructura interna de la realidad. De este modo, podemos disfrutar de un conocimiento profundo de los objetos de nuestro entorno que no se limita a las propiedades que son directamente percibidas.

Reflexión

Para entrar en situación, vamos a plantearnos una tarea tan absolutamente trivial para nosotros como es la identificación de un objeto cualquiera. ¿Cómo somos capaces de reconocer los objetos que aparecen en nuestro entorno?



Por tratar de situar el problema, mirad la imagen reproducida y responded a la siguiente pregunta: ¿Qué es lo que hay representado? Si no estáis afectados por una agnosia visual reconoceréis de un modo inmediato el *significado* de la imagen expuesta. Incluso, casi seguro, sentiréis una especie de enfado, si no de indignación, por la trivialidad de la tarea que desde estas páginas os estoy proponiendo. Ciertamente, reconocemos una rosa real *en* la rosa representada aquí al lado de un modo prácticamente automático e inmediato. Cualquiera de vosotros podría estar replicando: ¡Esto no es verdaderamente ningún problema! Pero lo que no es un problema a simple vista puede convertirse en un problema de investigación real, como trataremos de esclarecer enseguida. Lo importante es que nos demos cuenta de que lo que no es un problema para nosotros puede ser un problema para la psicología. Sólo por eso nos hemos permitido abusar de vuestra confianza.

Al margen de que en la rosa del dibujo no estén representadas todas las características de las rosas que vemos en los jardines –no se ven en la ilustración, por ejemplo, las espinas del tallo que tanto juego han dado en poesía y, por carecer, carece hasta de color–, nuestra mente está perfectamente capacitada para reconocer ahí la representación de una rosa.

No debéis pasar por alto que para identificar un objeto como una rosa, necesariamente nuestro sistema cognitivo ha tenido que realizar un conjunto de actividades internas que nos permiten el reconocimiento. Pero, además, cuando reconocemos algo como una rosa, no sólo identificamos una cosa, sino que al mismo tiempo estamos clasificándola dentro de la categoría de las flores. Esto nos permite también inferir con absoluta destreza

todas las propiedades que definen a una rosa por el hecho de pertenecer a esa categoría de los seres vivos que conocemos como flores.

Como podéis comprobar, nada más lejos de la simplicidad con la que parece que actuamos en un sencillo acto de percepción.

Debéis fijaros en que la puesta en marcha de una operación psicológica tan básica, como es la de reconocer un objeto, es posible porque nuestro sistema cognitivo trabaja con **categorías**, que deben estar codificadas de algún modo en nuestra memoria. Así, cuando identificamos un objeto estamos captando muchas cualidades que no están directamente presentes en él, pero que sí están **representadas** en nuestra memoria.

Los psicólogos de la escuela gestalista ya advirtieron durante la primera mitad del siglo XX, que la percepción no podía ser únicamente el resultado de sumar todas las sensaciones aisladas que están asociadas a los distintos estímulos físicos (color+olor+forma+tacto+etc.). Los psicólogos cognitivos vienen hoy a darles la razón en este punto al afirmar que cualquier acto mental (incluido el percibir) está condicionado por el conjunto de conocimientos que los sujetos poseen recogidos en su memoria en forma de representaciones mentales.

Esta posición teórica comporta aceptar que el significado de lo que vemos proviene de lo que cada uno de nosotros sabe (o cree saber) acerca de cómo es el mundo, y no exclusivamente de las sensaciones que los estímulos provocan directamente en los sistemas sensoriales.

Ejemplo

Si es el caso de que nos encontramos ante el dibujo en blanco y negro de una rosa (símbolo o representante de la rosa), es muy probable que tengamos recuerdos asociados a ese tipo de objeto: que se trata de una flor que desprende un aroma, que debe poseer un color determinado, que si no se riega morirá, que constituye el órgano reproductor de la planta, etc. (significado de la rosa). Según han planteado algunos psicólogos cognitivos, poseer un sistema de conocimientos articulados nos permite hablar de la diferencia entre 'percibir' y 'percibir como': 'ver una mancha de tinta con una forma particular' o 'ver una mancha de tinta *como* una flor perteneciente a la categoría de las rosas'. He ahí lo que nos ofrece una compleja red de ideas sistemáticamente relacionadas entre sí.

De lo que llevamos dicho hasta ahora se desprende que en todo acto de percepción no sólo reconocemos las cosas de nuestro entorno, sino que también inferimos sus propiedades. De este modo, nuestra representación organizada del mundo nos permite alcanzar un conocimiento que va más allá de aquello que actúa como estímulo puntual. Y desde un punto de vista adaptativo, poseer un sistema de representación interno nos permite anticipar el comportamiento de las cosas que nos rodean y planificar nuestra propia conducta en consecuencia.

Ejemplo

Por ejemplo, si nos topamos con un oso hambriento en libertad, además de *ver* directamente sus garras, sabemos que se trata de un animal carnívoro que podría ser peligroso para nuestra integridad física; por lo que, razonablemente, lo mejor que podemos hacer es ponernos a resguardo.

O si tomamos nuevamente en consideración el significado del ejemplo de la rosa, diremos que la red de propiedades asociadas al concepto de *rosa* –que se activa cuando vemos (o pensamos en) una de ellas–, define nuestro conocimiento de esa porción de la realidad. Y, en función de nuestra noción de lo que es una rosa, planearemos nuestra conducta en relación con ella: acercaremos nuestra nariz para disfrutar del agradable aroma que

desprende, la introduciremos en un tiesto lleno de tierra (a la rosa, claro, no a la nariz), la regaremos, etc. Incluso nos sentiríamos completamente decepcionados si alguna de nuestras expectativas no se cumpliera; si, por ejemplo, se tratara de una rosa de plástico muy lograda, nos sentiríamos algo estúpidos después de acercar a ella nuestra nariz.

Es importante que observéis cómo la existencia de un sistema de representación mental nos permite a los psicólogos comprender por qué el ser humano es capaz de fabricarse expectativas, planificar su conducta y proyectarse hacia el futuro proponiéndose metas y objetivos.

Como podéis advertir, con la percepción o el recuerdo de una cosa se activa una representación mental interna que excita a su vez todo el conjunto de conocimientos que se encuentra relacionado con ella. Obviamente, que un estímulo determinado active una red de significados con él relacionado, u otro cualquiera de un signo completamente distinto, dependerá de las experiencias personales que cada sujeto particular haya ido adquiriendo. El significado de una rosa para un agricultor será en parte coincidente y en parte también distinto del significado que pueda tener para un poeta o para un dependiente de una floristería. Cada uno de estos sujetos concebirá las rosas desde perspectivas diferentes, dependiendo de sus experiencias personales y de sus respectivos sistemas de intereses.

1.1.3. Función psicológica de las representaciones mentales

Hasta ahora todas nuestras consideraciones han circulado prácticamente en torno al papel de la representación mental en el proceso perceptivo. De este modo, tratábamos de poner de manifiesto que **al acto de ver, oír, tocar, etc., siempre le acompaña un plus de actividad cognitiva no consciente, pero imprescindible para explicar las habilidades adaptativas del ser humano.** Veámos así que, aun en el caso de que exista un objeto físico que estimule nuestros sentidos, nuestra conducta depende de lo que sabemos o creemos acerca de dicho objeto, depende de cómo esté representado en nuestra mente.

Pero cuando la actividad psicológica puesta en marcha no implica la percepción directa de la realidad, sino su imaginación o recuerdo, vemos con toda claridad que las operaciones cognitivas precisan de unos sustitutos mentales de las cosas.

La idea clave es que en toda operación mental participan los procesos de representación. Tanto si estamos recordando una cosa como si estamos percibiéndola directamente, en nuestro sistema cognitivo debe activarse alguna estructura subjetiva, un sustituto cognitivo que aparezca en lugar del objeto real (un representante), que nos permita manipular mentalmente la realidad.

Reflexión

Reparad un poco en las siguientes preguntas: ¿cómo es posible que nuestra mente sea capaz de hacer cosas como reconocer, identificar, clasificar, inferir? Es más: ¿cómo es posible que lo haga de un modo tan absolutamente veloz y preciso que no podamos ser conscientes del proceso psicológico seguido? ¿De qué modo se activa en nosotros el significado de aquello que estamos viendo? ¿Cuál es la organización de los conceptos que conforman nuestro sistema de representación del conocimiento?

Todas éstas son preguntas pertinentes para el psicólogo interesado en la memoria humana. Como nos interesaba hacer notar, el aparentemente simple proceso de reconocimiento, identificación, clasificación e inferencia que nuestra mente ejerce sobre los objetos físicos de su entorno, o sobre los objetos virtuales de la imaginación, es mucho más complejo de lo que a primera vista pudiera parecer. Y en la investigación psicológica contemporánea podemos encontrar algunas respuestas interesantes como veremos enseguida.

Como ya habréis adivinado, cuando de lo que se trata es de imaginar un objeto (por ejemplo, una rosa), se hace tanto más patente la necesidad de que existan ciertos 'objetos mentales' que actúen como **representantes** de los objetos físicos acerca de los cuales meditamos. Por tanto, en el ámbito de la psicología de la memoria es donde quizás adquiere mayor sentido la investigación de las estructuras internas con las cuales construimos un modelo mental de la realidad.

En suma, hemos de concluir que los procesos de representación del conocimiento están implicados en todas las actividades psicológicas de orden superior. Procesos psicológicos como reconocer, recordar o pensar, dependen en buena medida de cómo esté reflejado el mundo en nuestra mente.

Resumen

La mente humana (o sistema cognitivo) es un sistema de procesamiento de la información.

Lo que procesa el sistema cognitivo son sustitutos mentales o símbolos internos que representan a las entidades de la realidad.

La conducta humana depende de (y se explica por) su sistema de representación mental de la realidad.

1.2. Características generales de los sistemas de representación

Veíamos en el apartado anterior que el sistema cognitivo humano trabaja con símbolos, con sustitutos mentales de las cosas. Nuestros recuerdos, obviamente, no pueden ser otra cosa que **réplicas mentales** de las experiencias que tuvimos en el pasado, **nunca las experiencias mismas**. Del mismo modo, nuestros pensamientos están hechos de nociones o ideas, de **duplicados mentales** que se refieren a las cosas acerca de las cuales pensamos, **pero nuestros pensamientos no son las cosas mismas**.

Reflexión

Fijaos en lo absurdo que resultaría pensar que cuando recordamos un objeto, lo que hacemos es reproducir una copia exacta, en términos de sus propiedades físicas (tamaño, por ejemplo) en nuestra mente. Lógicamente, nuestra imaginación sería muy limitada si sólo pudiera ocuparse de aquellos objetos que cupieran en nuestra cabeza. Cuando pensamos en un perro, por ejemplo, lo que se está activando en nuestro sistema cognitivo

es algún concepto, una noción **que se refiere a** los perros, pero que no es un perro en sí mismo.

En definitiva, lo que debéis advertir es que las entidades que maneja nuestra mente son **representaciones** y que, como tales, deben tener unos rasgos definitorios comunes que las identifiquen. Dedicaremos este apartado a describir el conjunto de propiedades que definen lo que es una representación, independientemente de que se trate de una representación mental o no.

1.2.1. Elementos constitutivos de los sistemas de representación

En todo sistema de representación hemos de distinguir, cuando menos, entre cuatro componentes: 1) el propio sistema representante o código; 2) el mundo representado al que está referido el sistema representante o dominio; 3) el *medio* que utiliza como vehículo de representación; y 4) el *proceso* de traducción que permite interpretar la relación que existe entre el sistema representante y el mundo representado.

Lo primero que debéis recordar es que toda representación siempre **hace referencia a** otra realidad distinta de ella misma, actuando así como su **símbolo**. Otra forma de expresar esta misma idea es diciendo que **se produce un caso de simbolización siempre que una cosa aparece en lugar de otra cosa**.

De este modo, cada símbolo constituye un **elemento** referencial, un **átomo** de significado que nos informa acerca de la realidad a la que dicho símbolo está vinculado.

Como veis, **algo es un símbolo cuando posee un significado**, cuando significa tal o cual cosa. Y cuando un conjunto de símbolos admite organización interna, aumentando su potencia referencial, nos encontramos ante un **sistema de representación**. Ésta es la cuestión.

El abecedario, por ejemplo, es uno de los más potentes sistemas de representación que ha ideado el hombre. En el caso del castellano, por ejemplo, contamos con 28 símbolos, elementos o átomos de información con los que, relacionándolos entre sí según las reglas de la sintaxis, podemos hacer referencia a todos los mundos reales o imaginados. En este sentido, la capacidad referencial del lenguaje aventaja notablemente a cualesquiera otros sistemas de representación.

Muchas veces se ha dicho que 'una imagen vale más que mil palabras'. Es posible. Pero, si os sentís con ganas y todavía no estáis muy agobiados por los exámenes, os recomendaríamos que leyerais las páginas introductorias del libro de José Saramago *El evangelio según Jesucristo*, para poner a prueba ese manido proverbio. Tras su lectura habréis experimentado por vosotros mismos que no es lo mismo utilizar una 'imagen' que 'mil palabras' para representar un mismo estado de cosas.

Código y dominio

No olvidéis que, como estamos manteniendo, todas las representaciones son entidades que **ponen en una relación de referencia a un mundo representante y un mundo representado**. El mundo representante consiste en ese

Ejemplo

Ejemplos de símbolos pueden ser la palabra *camión* en lugar de un camión, una fotografía de Jordi en lugar de Jordi, un mapa de Cataluña en lugar de Cataluña, el Rey de España en lugar de los más de 40 millones de españoles, etc.

conjunto de **símbolos** (con un formato o forma específica sobre la que hablaremos en el próximo apartado), que codifican ciertos aspectos de la realidad. Y el mundo representado es aquel **dominio** de la realidad que es referenciado por los símbolos.

Ejemplo

Pensad, por ejemplo, en las señales de tráfico. Tomadas en su conjunto, constituyen una parte importante del código de circulación: dicen lo que se debe y lo que no se debe hacer, advierten de peligros, indican la existencia de lugares de interés, ofrecen consejos, etc. El **código** utilizado en este caso consiste en el conjunto de imágenes con que cuenta el reglamento para ordenar el tráfico y el **dominio** referencial está circunscrito al terreno de la circulación vial.

Medio representacional

Otro de los elementos que forman parte de un sistema de representación es el **medio** físico que hace posible la existencia del código. En este sentido, diremos que para que se dé el símbolo, es imprescindible que exista un **medio** material que sirva de vehículo para la representación.

Ejemplo

Si seguimos con el ejemplo del código de circulación, diremos que las diversas líneas pintadas en el asfalto (en el caso de la señalización vertical) y las estructuras metálicas que actúan de soporte en las señales horizontales, constituyen el **medio físico** en que se concretan los símbolos. En este caso, por tanto, asfalto, pintura y estructura metálica son el vehículo que utilizan los símbolos para referirse a los distintos aspectos del tráfico que tratan de regular.

Procesos de codificación e interpretación

Finalmente, fijaos en que un código simbólico es útil porque simplifica la realidad, mostrándonos sólo aquellos aspectos de la misma que son relevantes para el dominio en que está especializado dicho código.

Si yo quisiera representar la realidad que es China con una réplica perfecta de China, lo que obtendría es un duplicado idéntico de dicha realidad pero no un símbolo de la misma. Por consiguiente, debéis advertir que **representación es selección y abstracción**.

Ejemplo

Observad que las señales de tráfico no se ocupan más que de aquellas características de la circulación vial que son de provecho para el buen funcionamiento del tránsito rodado de vehículos, haciendo abstracción de cualquier otro pormenor. En este sentido, de todas las condiciones que pueden formar parte del paisaje quizás sólo interese resaltar el hecho de que a unos pocos metros empieza una sinuoso trayecto repleto de curvas peligrosas.

Pero, para conseguir que el código signifique lo que se quiere y resulte realmente efectivo, hemos de conocer cuáles son las reglas de interpretación del mismo: saber, por ejemplo, que una señal con forma de triángulo nos advierte de peligro; y que el dibujo de una línea zigzageante no significa otra cosa que curvas peligrosas.

Un mapa de carreteras, por poner otro ejemplo, tiene que hacer abstracción de muchos de los elementos que se encuentran físicamente presentes en el territorio que representa. Para que un mapa de carreteras sea útil, lo que debe representar son aquellos trayectos que nos pueden servir para trasladarnos de un lugar de partida a otro de destino. Por eso no están representados los edificios o el número de personas que compone el apartado

de población, pero sí las distintas carreteras que nos pueden conducir de un extremo a otro de nuestro itinerario.

Sin embargo, una vez más, el mapa sólo será útil en la medida en que quien lo emplee sepa interpretar la línea con los colores de la bandera de España como una autopista, los numeritos que aparecen entre los apartados de población como kilómetros de distancia, etc. Es decir, la abstracción implica necesariamente traducción, exige un proceso de interpretación.

De este modo, puesto que los sistemas de representación ejercen su **función referencial** haciendo abstracción de la mayor parte de las propiedades del mundo representado, necesitamos conocer las reglas de traducción implícitas en el proceso de representación para poder interpretar el significado de los símbolos.

1.2.2. Relación entre los componentes de un sistema de representación

Terminamos ya este apartado con una última observación: **entre los distintos componentes de un sistema de representación existe una relación de interdeterminación.**

Imagino que ya habréis advertido la íntima relación que existe entre los distintos componentes que conforman cualquier sistema de representación. Pero, por hacer más evidente todavía este aspecto, vamos a centrarnos en el **medio representacional.**

Ya sabemos que para poder efectivamente **representar algo** no sólo se precisa de un mundo representante y un mundo representado, vinculados por una determinada función referencial, sino que también es imprescindible un medio físico que permita que tal relación se dé. Pues bien, fijaos en que un sistema de representación que utilice como vehículo de transmisión las ondas sonoras, como ocurre con el lenguaje oral, necesariamente determinará que el procesamiento de la información sea secuencial. Mientras que un dibujo o una fotografía, como veremos en el caso de la representación analógica, permiten un procesamiento en paralelo.

Ejemplo

Pensad en cómo estáis aprendiendo cosas (al menos eso esperamos) acerca del mundo de la representación a través de estas páginas. La información se os transmite en forma de lenguaje escrito, lo que exige que su procesamiento se realice por etapas. El medio representacional impone que los elementos significativos del discurso aparezcan seriados en el espacio. Las palabras, por ejemplo, tenéis que leerlas obligatoriamente una detrás de otra.

Los cuatro componentes constitutivos de un sistema de representación (código, dominio, medio y proceso) se encuentran profundamente interrelacionados, sometiéndose entre sí a unas determinaciones mutuas.

Bibliografía

Para estudiar en profundidad todos los pormenores acerca de los elementos constitutivos de los sistemas de representación, podéis consultar:

M. de Vega (1992). Representaciones mentales: paradojas, debates y soluciones. En J. Mayor y M. de Vega, *Memoria y Representación* (p. 263-305). Tomo IV del Tratado de Psicología General, editado por J. Mayor y J. L. Pinillos. Madrid: Alhambra.

Resumen

En todo sistema de representación hay que distinguir entre código, dominio, medio y proceso.

Los símbolos son útiles en la medida en que consisten en modelos simplificados y abstractos de la realidad.

Para poder utilizar un sistema simbólico es imprescindible conocer las reglas que vinculan el código con el dominio.

Cada componente de un sistema de representación condiciona a los demás y está condicionado por ellos.

2. Formatos de representación

2.1. El formato de representación analógico

Según hemos establecido en el apartado anterior, código, dominio, medio y proceso constituyen **aquello que tiene de común cualquier sistema de representación**. Sin embargo, cada uno de esos componentes puede adoptar formas diversas en función del tipo de símbolos utilizados por el sistema. Por esta razón, debéis tener siempre presente que **la forma o 'formato de representación' condiciona el qué y el cómo puede ser representado en un dominio cualquiera de la realidad**.

Para comprobar la importancia del **formato de representación**, vamos a profundizar, en este apartado y el siguiente, en la distinción popular que se establece entre el valor que puede tener una 'imagen' frente a 'mil palabras'. Trataremos de mostraros a través de esta dicotomía de qué modo el formato de representación puede afectar a cada uno de los componentes del sistema representacional.

Ejemplo

Las imágenes, por ejemplo, son unos símbolos excelentes para transmitir información de un modo inmediato. Las palabras, por el contrario, necesitan más tiempo para transmitir esa misma información. Por eso, los encargados de planificar el tráfico casi siempre piensan en señalizaciones con formato de imagen, en lugar de pensar en colocar letreros que signifiquen lo mismo.

2.1.1. La representación analógica

Como tendréis que utilizar con propiedad los términos relativos a este punto, vamos a empezar por referirnos a las imágenes como el **formato analógico** de representación y a las palabras como el **formato digital**. Ambos formatos de representación exhiben rasgos antagónicos, por lo que en este apartado nos extenderemos en los atributos de la representación analógica y en el siguiente expondremos los de la representación digital por contraposición a aquéllos. Enumeremos, pues, las propiedades que definen al formato analógico de representación.

Analogía y parecido

Coincidiréis con nosotros en que la mejor forma de representar algo con una imagen es realizando una figura que sea **semejante** al objeto que se quiere simbolizar. Por ejemplo, la forma más rápida y eficaz para representar a un

'perro verde' sería empleando una imagen **análoga** a dicho perro, es decir, **elaborando una imagen que se parezca al perro** en sus detalles esenciales (es decir, una imagen con forma de perro y de color verde).

Reflexión

Tal vez pueda pareceros una perogrullada, pero es importante que recordéis que **la fuerza que tienen las imágenes para representar deriva directamente del parecido que se establece entre el código y el dominio**. Esperamos que no os resulte difícil recordar esta acepción de lo análogo en el sentido de que el código es **análogo** al contenido en la dimensión en que lo representa.

En definitiva, muchas imágenes son símbolos que guardan cierto isomorfismo estructural¹ con sus significados, símbolos cuya forma es similar a la del objeto significado.

⁽¹⁾Diremos que una imagen guarda una relación de 'isomorfismo estructural' cuando preserva la forma del objeto que representa.

Dominio de la representación analógica

Además, en la medida en que las imágenes simbolicen por el parecido, **están exclusivamente destinadas a representar objetos concretos**.

La noción abstracta de *inefabilidad*, como veremos cuando examinemos la representación digital, no puede parecerse a nada. Entre otras cosas porque **nadie ha visto nunca** un caso de inefabilidad. Por eso lo inefable no puede ser simbolizado directamente mediante una imagen. Sólo podríamos conseguirlo indirectamente, dando un imprescindible paso previo de redefinición arbitraria y públicamente aceptada, que estableciera que una imagen determinada significa la inefabilidad.

Reflexión

Claro que siempre podríamos dibujar una cruz de color violeta, por ejemplo, y establecer que ese icono es el símbolo de la inefabilidad. Pero nos interesa mucho que reflexionéis sobre el hecho de que aun en el caso de que determináramos asignar dicho símbolo a la inefabilidad, entonces estaríamos hablando ya de **otra relación referencial** no basada en el isomorfismo estructural.

La cruz violeta se parece a una cruz de color violeta y sólo secundariamente, de un modo derivado, podríamos decir que representa cualquier otra cosa. Para que la cruz violeta fuera el representante de la inefabilidad, tendríamos que explicar con palabras u otro tipo de conceptos la relación (como veis, arbitraria) que existe entre el símbolo y su significado. Según podréis apreciar, la imagen **por sí sola** no representa más que aquello a lo que se parece.

El formato analógico y la percepción

Con toda la intención acabamos de escribir en negrita que "nadie ha visto nunca ..." lo inefable. Lo que pretendíamos era haceros notar que **sólo son susceptibles de ser traducidos a imágenes los objetos de nuestra percepción**, puesto que son los únicos que permiten la construcción de una réplica isomórfica. Ésta es la razón por la cual **un código analógico de representación está limitado al dominio de lo concreto**, su referente semántico es lo **directamente perceptible**.

Ejemplo

La fotografía de Jordi y el mapa de Cataluña a que hacíamos referencia al inicio de este apartado resultan ser ejemplos paradigmáticos de la representación por imágenes. Fijaos que sólo consiguen su función referencial en la medida en que realmente se parezcan a Jordi y al territorio de Cataluña. Como podéis advertir, su poder representacional deriva **directamente** de lo lograda que esté la analogía con sus dominios. Decir que representan directamente sus respectivos objetos significa que cualquiera que conozca al sujeto de la fotografía llamado Jordi o la forma del territorio de Cataluña no necesita ponerse de acuerdo con nadie para advertir que uno y otra están allí directamente representados.

Por eso decimos que la representación por imágenes se realiza de un modo directo y no arbitrario. Otra cosa bien distinta es lo que ocurre con el ejemplo del Rey de España, quien sólo puede ser un buen representante del pueblo español en la medida en que se haya aceptado y ratificado públicamente su poder simbólico; acto del todo arbitrario, porque perfectamente podría darse el caso de que el Rey de España no fuera el representante de nadie.

Como veis, el parecido es un buen vehículo de representación directa, pero su fuerza se agota ahí, lo que nos muestra la necesidad de aceptar otro tipo de sistemas de representación que no estén lastrados por las limitaciones de la representación analógica. Un formato digital, como comprobaréis después, es lo que precisamos.

Estas afirmaciones no están reñidas con la posibilidad de que podamos construir imágenes fantásticas: los unicornios son posibles, claro está, porque el ser humano es capaz de combinar a su antojo los datos de su percepción. Pero las imágenes son entidades extremadamente vinculadas al proceso perceptivo.

La dependencia de las imágenes respecto de la experiencia perceptiva también explica que muchos de los procesos implicados en la percepción se encuentren parcialmente presentes en el procesamiento de las imágenes. Por ello, es posible que en algún lugar de la bibliografía recomendada leáis que la imagen puede describirse como una entidad **casiperceptiva**. Quiere decir esto y no otra cosa. Entre otras cosas, a causa de la naturaleza casiperceptiva de la imagen se explica que el tipo de procesamiento de éstas está hecho **en paralelo**, ejercido prácticamente de un solo *vistazo*.

Analógico versus digital

Hemos de realizar una última apreciación en torno a este formato de representación que es la imagen. Y es que el concepto de *analógico*, además de poder ser interpretado como sinónimo de *semejante*, también puede concebirse por contraposición al concepto de *digital*.

Como el próximo apartado está exclusivamente dedicado a dibujar el perfil de lo que es una representación digital, aquí sólo nos interesa destacar que **una imagen es una entidad que no se genera como resultado de la articulación de otros símbolos más elementales**. Una imagen no puede descomponerse en unidades discretas, analíticas o digitales, sino que se trata de un **símbolo sintético, continuo y global**.

Ejemplo

Pensad, por ejemplo, en las letras del alfabeto 'g', 't', 'o', 'a'. Pues bien, con estos cuatro dígitos informativos nada más podemos dar lugar, cuando menos, a los significantes 'gato', 'toga' y 'gota'. La articulación de estas cuatro unidades discretas de información, siguiendo las reglas de composición de la sintaxis, nos ha permitido referirnos a tres cosas completamente distintas; hemos construido tres palabras, cuyo contenido semántico es completamente diferente. Si quisiéramos, también podríamos proceder en sentido con-

Bibliografía

Para profundizar en las razones que animan a defender cierto grado de solapamiento entre percepción e imagen, podéis leer:

M. de Vega (1984). *Introducción a la Psicología Cognitiva*. Madrid: Alianza (p. 236-241).

trario, descomponiendo analíticamente cada uno de estos tres términos en sus unidades elementales.

Si tratáis de hacer cualquiera de estas cosas con una imagen, entenderéis lo disparatado del intento. Para representar cada uno de los objetos de nuestro ejemplo, estaríamos obligados a utilizar **tres símbolos distintos**. De ningún modo sensato podríamos defender que la imagen de la 'toga', por ejemplo, se ha fabricado a partir de unos elementos representacionales básicos, comunes al resto de las imágenes.

Esperamos que este pequeño ejemplo os sirva para entender por qué los psicólogos y otros especialistas han dicho de las imágenes que son entidades representacionales 'sintácticamente densas'. Y las han presentado como objetos no articulados que no pueden descomponerse en átomos constituyentes. Su significado lo expresan por su constitución global, su estructura es resistente a la descomposición analítica, **son formas de representación sintéticas y continuas que tienen condensado su significado en su estructura integral**; son, en definitiva, **sintácticamente densas**.

Como resumen de este apartado, debéis recordar que la función referencial de las imágenes se ejerce por el parecido, que su dominio se limita a los objetos concretos, que la percepción es un agente esencial en el proceso de codificación e interpretación de las imágenes y que las imágenes son símbolos de naturaleza continua, que no están construidas a partir de elementos atómicos pertenecientes a un sistema discreto (digital).

Resumen

Los elementos de un sistema de representación están condicionados por el formato simbólico utilizado.

El formato analógico representa los objetos concretos con imágenes estructuralmente isomórficas a ellos.

En el procesamiento de la imagen están implicados muchos mecanismos comunes con la percepción.

2.2. El formato de representación digital

Si ya en más de una ocasión nos hemos referido a las 'palabras' del lenguaje natural para ilustrar la esencia de un sistema de representación digital es porque, efectivamente, **el sistema lingüístico consiste en un conjunto no muy grande de símbolos que admiten articulación interna y que nos permiten decirlo prácticamente todo**. Sólo debemos conocer las reglas de formación sintáctica definidas por el sistema para poder expresar cualquier tipo de idea, por abstracta que ésta sea. Ésta es, en esencia, la naturaleza de un formato de representación digital.

En el caso del castellano, por ejemplo, no necesitamos un símbolo diferente para cada una de las cosas a que nos referimos, sino que nos limitamos a combinar adecuadamente cada uno de los átomos discretos de información que constituyen este código de naturaleza digital que es el abecedario.

Debéis ser conscientes de que estamos ilustrando el formato digital de representación con el caso del lenguaje natural, pero ello no significa que se reduzca sólo a él. El concepto de *digital* viene de *dígito*, vocablo que está muy emparentado con la noción de *dedo*, pero también con la noción de *número*. ¿Tendrá esto algo que ver con el hecho de que uno de los primeros sistemas utilizados por el hombre para contar estaba muy relacionado con sus diez dedos de las manos? Posiblemente. En cualquier caso, lo digital, por contraposición a lo analógico, ha adquirido una preponderancia extraordinaria en nuestra vida cotidiana debido a la popularidad que han alcanzado los sistemas de codificación, alma-

cenamiento y recuperación de la información, basados en la utilización de un código numérico de representación, fundamentalmente binario (ceros y unos).

Frente a los antiguos sistemas analógicos como el vídeo o el tocadiscos, el DVD o el disco compacto son sistemas prototípicos de la revolucionaria tecnología digital. El mismo ordenador que vosotros estáis ahora utilizando para estudiar resulta ser el paradigma de esos sistemas de información que operan con información digital, que procesan unos símbolos discretos, atómicos, finitos y sometidos a reglas sintácticas de formación.

2.2.1. La representación digital

Recordad: todo sistema de representación digital está constituido por un conjunto finito de elementos discretos de información, que se combinan entre sí en función de ciertas reglas de composición para dar lugar a una potentísima función de representación

Reflexión

Reparad una vez más en la necesidad de postular un sistema de representación digital para poder explicar las capacidades psicológicas humanas. En el apartado anterior ya hemos dejado establecido que una de las limitaciones fundamentales de la representación analógica reside en su capacidad referencial. De hecho, todas aquellas ideas que tienen que ver con nociones abstractas (como 'el hombre soltero es infeliz' o 'la infabilidad es azorante', por ejemplo) no pueden ser de ningún modo representados directamente a través de imágenes. El caso es que no existe nada que pueda parecerse a un 'soltero infeliz' y mucho menos al 'azoramiento de lo inefable' y, por consiguiente, difícilmente podemos generar una imagen mental que se haga cargo de representar directamente estos conceptos.

Pero también es un hecho que todos nosotros podemos entender sin dificultad (o con ayuda del diccionario) el significado de las expresiones anteriores. Lo que es una prueba evidente de que el ser humano trabaja, además de con imágenes, con otro tipo de sistema representacional de mayor potencia referencial. En cualquier caso, nuestra capacidad para representar propiedades abstractas de la realidad no debe sorprendernos. Como hemos visto en otro lugar, el lenguaje (oral o escrito) y el sistema numeral son dos ejemplos potentísimos de las herramientas simbólicas digitales que ha construido la humanidad.

Es importante también, por consiguiente, que no olvidéis la importancia que tiene la representación digital en aras de explicar la capacidad del ser humano para codificar, almacenar y transmitir cualquier tipo de información, sea ésta de la naturaleza que sea.

Arbitrariedad del formato digital y aprendizaje

Los sistemas digitales de representación cumplen su función referencial asociando arbitrariamente el significante y su significado. A diferencia de los sistemas analógicos, el poder representacional del formato digital no proviene directamente de la forma de los símbolos, sino del acuerdo público. Ésta es una de las razones de por qué es **necesario aprender las relaciones que se establecen entre código y dominio en estos sistemas de representación.**

Naturaleza abstracta y amodal del formato digital

Reparad en que la representación digital no preserva estructuralmente ninguna de las características físicas de aquéllo a lo que está referida. Ni siquiera cuando lo representado es un objeto concreto, podemos encontrar rasgos formales comunes al código y al dominio: **el formato representacional, en este caso, es de naturaleza abstracta y no asociada a ninguna modalidad sen-**

orial (o **amodal**). Quiere esto decir que para representar digitalmente el concepto de rosa, no necesitamos que los símbolos utilizados tengan la forma o el color o el olor o el tacto de una rosa.

Ejemplo

Mirad en qué sentido la representación lingüística es amodal y abstracta:

(a) La rosa roja tiene el tallo verde

(b) La rosa roja tiene el tallo verde

Con este pequeño ejemplo se hace evidente que el significado de una oración no depende de las características físicas de los símbolos lingüísticos. En este caso concreto, el color de las palabras de la oración (a) no añade ninguna información extra a su significado, que es idéntico al de la oración (b). En la medida en que la función referencial no está condicionada por la información que pudiera aportar **ninguna modalidad sensorial** (aquí, el color relacionado con la vista), decimos que la representación es **amodal**; y en esa misma medida diremos que es **abstracta**.

Como resumen de este apartado, debéis recordar que la función referencial de la representación digital se ejerce por la vinculación arbitraria y públicamente aceptada entre significante y significado, que su dominio no se limita a los objetos concretos, sino que puede extenderse a todo tipo de nociones, que la codificación e interpretación de los dígitos informativos depende de un conjunto de reglas de composición sintáctica y que los dígitos son símbolos de naturaleza discreta, amodal y abstracta.

Reflexión

Os resultará de ayuda no pasar por alto la relación de antagonismo que existe entre el formato de representación digital y el analógico. Por eso decíamos en otro lugar que una buena estrategia para recordar las propiedades que definen a la representación digital es pensar en términos contrarios a como lo hacemos con la representación analógica.

Resumen

Un formato de representación es digital, como el lenguaje, cuando utiliza unos pocos símbolos para representarlo todo.

El formato digital está arbitrariamente referido a su dominio a través de unidades discretas de información que se combinan sintácticamente.

Los símbolos digitales son discretos, amodales y abstractos.

2.3. La representación mental: reflexiones en torno al primer modelo de Paivio

Un problema que ha colmado la agenda de los psicólogos desde que la psicología se hizo cognitiva, ha consistido precisamente en establecer de qué naturaleza son los símbolos que manipula la mente. Si la conducta humana depende del conocimiento que los hombres guardan en su mente, y si estos conocimientos están codificados en forma de símbolos, entonces la **representación del conocimiento** se convierte en el concepto clave de la explicación psicológica. Según declaró el psicólogo Zenon Pylyshyn en uno de los libros fundamentales de la ciencia cognitiva:

Lo que voy a proponer es que una de las cosas más importantes que comparten todas las entidades que conocen [y el ser humano es una de ellas] es que actúan sobre la base de representaciones. Para decirlo de otra forma, al explicar aspectos importantes de su conducta, debemos tener en cuenta sus metas y su conocimiento ... Si sabemos qué representaciones poseen y además adoptamos el supuesto de que gran parte de su conducta está conectada a sus representaciones mediante determinados principios generales, entonces podremos explicar una parte sustancial de las regularidades que estos seres que conocen exhiben en su conducta.

Z. Pylyshyn (1988). *Computación y conocimiento* (p. 11). Madrid: Debate, 1984.

Si alguno de vosotros está interesado en profundizar en las razones que estimularon a los psicólogos cognitivos a introducir el concepto de representación en sus teorías, haría bien leyendo, al menos, los dos primeros capítulos del libro de Pylyshyn, del cual hemos extraído la cita anterior. El nivel de dificultad de estos capítulos no es muy elevado y los beneficios que obtendríais en términos de comprensión compensarían con creces el esfuerzo.

Lógicamente, como veis, al quedar definida la mente como un *sistema de procesamiento de la información que opera con símbolos almacenados en su interior*, el concepto de representación mental cobró una enorme trascendencia.

Reflexión

Debéis ser conscientes de que ahora no se trata de examinar las características que definen, en tanto que **sistemas de representación externos**, los dibujos hechos con papel y lápiz, las fotografías o las palabras que pronunciamos para comunicarnos. Ahora toca reflexionar sobre la forma que tienen las propias **representaciones internas** que manipulan nuestro sistema cognitivo.

¿Existe de veras un sistema de representación mental? De existir, ¿su formato es digital, analógico o un compuesto de ambos? ¿Cómo manipula la mente sus representaciones? ¿De qué modo puede el psicólogo poner a prueba sus hipótesis acerca de la representación mental? Éstas son las cuestiones sobre las que hemos de trabajar en adelante.

Sin embargo, aunque las representaciones sean entidades mentales internas, no observables directamente, **la explicación psicológica no puede realizarse más que por medio de una metodología objetiva**. Por ello, para poder contestar a los interrogantes relativos al tema de la representación mental, los psicólogos cognitivos han ideado diversos procedimientos, que les han permitido ofrecer respuestas basadas en los datos de la experimentación.

El excelente libro del llorado psicólogo español Angel Rivière, *Objetos con mente*, puede servir de inigualable introducción a la problemática cuestión con la que se enfrenta la psicología cognitiva en tanto que quiere ser la **ciencia objetiva de lo mental inobservable**.

Referencia completa: A. Rivière (1991). *Objetos con mente*. Madrid: Alianza (especialmente el capítulo 1 cubre de forma excepcional este tema).

Con intención de llamar vuestra atención acerca de la metodología experimental que es propia de la psicología cognitiva (y también por su valor histórico intrínseco), vamos a cerrar este segundo apartado del módulo 4 con las investigaciones del psicólogo canadiense Allan Paivio. Desde que la popularizara en la década de los setenta, la de Paivio podéis considerarla como una de las primeras (y de las más influyentes) aproximaciones experimentales al problema de la representación mental.

Bibliografía

A. M. de Vega (1984), *Introducción a la psicología cognitiva*, Madrid: Alianza (p. 220-224), podéis encontrar una exposición clara y concisa de la teoría dual de Paivio, su fundamentación experimental y las críticas más importantes que la misma ha recibido.

2.3.1. La teoría del doble código de Paivio


En opinión de Paivio, el sistema cognitivo trabaja con dos tipos diferentes de representaciones mentales, de ahí el calificativo de 'teoría del doble código' o 'teoría dual'. Expongámoslo con sus propias palabras:

La teoría asume que la conducta cognitiva es mediada por dos sistemas simbólicos, independientes pero estrechamente interrelacionados, que están especializados en la codificación, organización, transformación, almacenamiento y recuperación de la información. Uno de ellos (el sistema de imágenes) está especializado en el tratamiento de la información perceptiva sobre objetos y sucesos no verbales. El otro (el sistema verbal) está especializado en el tratamiento de la información lingüística. Los sistemas se diferencian en la naturaleza de sus unidades de representación, el modo de organización de éstas en unidades superiores y el modo de reorganización o transformación posible de las estructuras.

A. Paivio (1979). The relationship between verbal and perceptual codes. En E. C. Carterette y P. P. Friedman (Comps.), *Handbook of perception* (Vol. IX: *Perceptual Processing*). Nueva York: Academic Press. (Citado por A. Rivière (1986, p. 85). *Razonamiento y representación*. Madrid: Siglo XXI.

Implicaciones teóricas de la hipótesis dual de Paivio

Como habéis podido comprobar leyendo al mismo Paivio, según su teoría el sistema cognitivo maneja tanto 'imágenes' como 'palabras' para representar la realidad, lo que significa afirmar la existencia de un doble sistema de codificación (imaginativo y verbal), que necesariamente ha de heredar las mismas características estructurales y funcionales de los formatos analógico y digital que ya hemos estudiado en los apartados anteriores.

Formato de representación		
	Sistema imaginativo	Sistema verbal
Naturaleza del símbolo	Representación analógica	Representación digital
Tipos de símbolo		m e s a

Ambos sistemas, que son estructural y funcionalmente independientes, están intrínsecamente relacionados, pudiéndose traducir con facilidad la información de un código en la del otro.

Formato de representación		
Dominio al que está referido	Objetos concretos	Objetos concretos y conceptos abstractos
Organización interna del dominio	Asociaciones por contigüidad y semejanza	Estructuración por vínculos semánticos
Tipo de procesamiento	En paralelo	Secuencial
Función referencial	Por el parecido estructural	Por vínculos arbitrarios
Origen del código	Son copias esquemáticas que proceden de los contenidos perceptivos	Proceden del aprendizaje de las reglas que conectan sintaxis y semántica

Ambos sistemas, que son estructural y funcionalmente independientes, están intrínsecamente relacionados, pudiéndose traducir con facilidad la información de un código en la del otro.

Apoyo experimental a la teoría del doble código

Aunque la teoría de Paivio es muy intuitiva, puesto que todos nosotros tenemos la experiencia directa de pensar con imágenes y con palabras interiores, es importante que reparéis en que **la fundamentación de la teoría descansa en la comprobación experimental de las hipótesis formuladas** y no en la experiencia fenomenológica² que cada uno de nosotros tenemos de nuestros estados internos. Por el contrario, la construcción de la teoría dual de Paivio se apoyó en todo momento en la evidencia empírica y objetiva.

⁽²⁾El concepto de experiencia fenomenológica hace referencia a la experiencia subjetiva que todos podemos tener de nuestra vida interior. De este modo, la experiencia fenomenológica es **un fenómeno absolutamente privado que se da en la esfera de la conciencia individual**: yo, y sólo yo, tengo acceso a mis emociones, mis dolores, mis recuerdos o mis pensamientos. Nadie más los puede sentir por mí, ni a nadie más se los puedo comunicar de un modo transparente y objetivamente preciso.

Fue la experiencia fenomenológica el objeto de investigación de muchos psicólogos mentalistas del siglo pasado, y la conciencia, el privilegiado instrumento para su introspección. Pero la evolución de la metodología de la ciencia hizo desconfiar a los psicólogos de las teorías que se abastecían únicamente de los datos aportados por la experiencia fenomenológica, que por definición es privada, individual e intransferible.

Lógicamente, la teoría dual ha sido puesta en tela de juicio por investigadores posteriores. Pero su poder ejemplificador es lo que nos importaba poner de manifiesto ahora. Las críticas más duras llevaron a unos psicólogos a apostar por otros modelos teóricos que incluían una caracterización de las imágenes mucho más elaborada; y a otros psicólogos a rechazar por completo la funcionalidad psicológica de este formato de representación por imágenes y a proponer un código, cuyo formato es mucho más abstracto que las imágenes o que las mismas palabras internas. Pero éstas son ya cuestiones que pertenecen a los próximos apartados de este módulo.

Quien de vosotros esté interesado en las críticas a la teoría del doble código de Paivio, puede leer el siguiente libro: A. Rivièrè (1986). *Razonamiento y representación*. Madrid: Siglo XXI.

En su conjunto, en el libro podemos encontrar expuestos con la precisión y el encanto a que el autor nos tiene acostumbrados, los fundamentos filosóficos, metodológicos e históricos de las diversas teorías representacionales. Los tres primeros capítulos del libro abordan con todo lujo de detalle las diferentes propuestas teóricas que han aparecido

a lo largo de toda la historia de la psicología cognitiva (y también de sus antecedentes filosóficos).

El punto 3 del capítulo 2 (especialmente de la página 80 a la 86) está especialmente indicado para quien se interese por la suerte del modelo de Paivio.

Resumen

La psicología cognitiva se preocupa por los procesos mentales internos dedicados a codificar el conocimiento y procesar la información (representaciones y procesos).

La psicología cognitiva aborda su objeto de estudio con una metodología preferentemente experimental y objetiva.

La teoría del doble código de Paivio puede proponerse como ejemplo de modelo cognitivo, en el que se postula la existencia de un código dual formado por imágenes y palabras.

3. La representación por imágenes mentales

3.1. Las imágenes y la mente

Entramos aquí a examinar el aspecto que tienen y las funciones que cumplen esos símbolos mentales que los psicólogos cognitivos denominan **imágenes**.

Recordad, sobre todo, que las imágenes mentales consisten en representaciones analógicas y que, como tales, pertenecen a un formato de representación continuo, cuasiperceptivo, que representa por el parecido y está referido al dominio de los objetos concretos.

Representaciones analógicas

Podemos permitirnos ser parcos en la descripción de las características que definen lo analógico, puesto que ya hemos dedicado un apartado a esa tarea de precisión conceptual

3.1.1. Características de las imágenes en tanto que representaciones mentales

A qué llamamos imagen mental

Una costumbre muy arraigada entre la gente es la de reservar el término *imagen* para referirse sólo a las imágenes visuales. Sin embargo, una imagen puede pertenecer a cualquier modalidad sensorial.

Es éste un error que debemos desterrar de nuestra forma de pensar. Al viejo estilo de la filosofía empirista, debéis entender que las imágenes son huellas de los objetos que vemos, oímos, etc. Y, aunque es cierto que en psicología se han investigado fundamentalmente las imágenes icónicas o visuales y en menor medida las ecoicas o auditivas, cualquier cosa que pueda impresionar nuestros sentidos se puede convertir en una imagen. El recuerdo de una melodía, las palabras interiores que escuchamos al pensar o leer, la evocación de un aroma, etc., son imágenes en el sentido de que despiertan en nosotros una especie de percepción debilitada de las entidades reales a las que se refieren.

Por consiguiente, podemos hablar con la misma propiedad de imágenes visuales, auditivas, olfativas, gustativas y hápticas. Es decir, las imágenes mentales son entidades multimodales, cuyo origen se encuentra en la propia percepción.

Las imágenes son entidades dinámicas

Mentalmente podemos rotar nuestras imágenes, nos podemos desplazar por ellas, podemos escudriñarlas, etc. Es decir, podemos hacer con ellas virtualmente lo mismo que podemos hacer realmente con los objetos físicos. En este sentido, decimos que las imágenes pueden manipularse mentalmente, dando lugar a los efectos que tan bien se han estudiado en psicología cognitiva.

Ejemplo

Veamos sólo un ejemplo, referido al terreno de la investigación sobre el desplazamiento por imágenes.



Una forma de investigar el modo en que puede ser manipulada una imagen mental fue la ideada por Kosslyn y colaboradores en 1978. Lo que hicieron fue pedirle a una muestra de sujetos que memorizaran la isla ficticia que aparece a la izquierda, solicitándoles que recordaran su forma y el conjunto de objetos incluidos en la misma (el lago, la choza, el pozo, etc.). Después comprobaban el grado de recuerdo de los sujetos haciéndoles dibujar de memoria lo que habían aprendido.

Una vez verificado que los sujetos poseían una imagen mental suficientemente ajustada a la del dibujo, les pidieron a los participantes en el experimento que se colocaran mentalmente en uno de los puntos de la isla y que se desplazaran por su imagen mental hasta llegar a otro de los puntos, haciéndoles saber a los investigadores que habían llegado al destino presionando un interruptor que detenía un cronómetro.

Lo que vinieron a demostrar con este experimento es que existía una correlación lineal casi perfecta ($r_{xy} = 0.97$) entre la distancia que debían recorrer y el tiempo que tardaban en hacerlo.

Datos empíricos como éste y otros tantos de igual naturaleza apoyaron la interpretación de las imágenes como estructuras dinámicas y manipulables por el sujeto.

Las imágenes no son fotocopias

Por mucho que digamos que las imágenes son réplicas de los objetos, no pretendemos decir de ningún modo que son réplicas idénticas. Las imágenes son representaciones cuasipictóricas, su definición es más la del boceto que la de las fotografías. Además, **en la medida en que las imágenes mentales necesariamente son selectivas y abstractas, en esa misma medida se diferencian de los estímulos físicos.**

Las imágenes pertenecen al ámbito de nuestra experiencia fenomenológica

Cuando hablamos de imágenes mentales, obviamente nos estamos refiriendo a esas entidades que parecen surgir en nuestro interior cuando recordamos, pensamos o realizamos cualquier actividad cognitiva que pudiera verse bene-

ficiada por la manipulación de una de ellas. Es decir, las imágenes o forman parte de nuestra propia experiencia consciente o no son nada. Somos cada uno de nosotros en tanto que individuos los que poseemos ésta o aquella imagen, o dichas imágenes no existen. No existen al menos para cada uno de nosotros.

Las imágenes deben darse en la esfera de la experiencia subjetiva de un individuo, están bajo el control de la conciencia y consumen recursos atencionales. Esta característica nos pone sobre la pista de que el lugar de acción de las imágenes es la memoria a corto plazo.

Reflexión

Esta afirmación contrasta intensamente con las realizadas acerca de la realidad de las proposiciones. Recordad que éstas son inconscientes, inaccesibles por introspección, propiedad de la mente en tanto que máquina y ajenas a la voluntad y condiciones de la conciencia.

Sin embargo, es preciso destacar que por mucho que toda imagen sea una realidad subjetiva, esto no implica que la investigación de las mismas tenga que apartarse de los requerimientos de la metodología experimental dominante en la psicología contemporánea.

Actividad

Para que podáis poner a prueba de un modo objetivo la existencia y utilidad psicológica de las imágenes mentales, aceptad la actividad que ahora os proponemos. Se trata de que pongáis en práctica una de las 30 pruebas (exactamente la 28) con las que Binet y Simon, en 1905, evaluaban las capacidades intelectuales de los niños franceses.

Permitidnos citar directamente el pasaje en el que Binet y Simon recomiendan un procedimiento para valorar las capacidades de razonamiento, atención e imaginación visual del niño. Dice así: "Se le pregunta primero al sujeto si sabe leer la hora. En caso de respuesta afirmativa, hay que verificarlo; porque no hay que fiarse de su palabra. Hay imbéciles que declaran que saben leer la hora, y dan respuestas extravagantes cuando se les presenta un reloj (ojo: tomad el término *imbécil* como lo que en realidad es, es decir, como categoría diagnóstica y no como insulto; la advertencia es nuestra, no de Binet y Simon). Después de haber constatado que el sujeto sabe leer la hora, se le recuerda que la aguja grande indica los minutos y la pequeña las horas."

Pues bien, ahí va la prueba: pedidle a alguien que tengáis a mano que sin mirar el reloj ni dibujar conteste a la siguiente pregunta apoyándose sólo en su imaginación: si son las tres menos cuarto, ¿qué hora sería en el caso de que invirtiéramos las agujas del reloj y la aguja grande se encontrara donde la pequeña y ésta donde aquella? ¿Y si fueran las seis y veinte? ¿o las tres menos cinco?

3.1.2. Función psicológica de las imágenes mentales

Las imágenes como espacio analógico de resolución de problemas

Las imágenes mentales a veces son muy útiles para resolver problemas de diverso tipo, tal y como habréis podido comprobar si habéis realizado la actividad anterior. De hecho, no es del todo extraño encontrar ocasiones, sobre todo en la Universidad, en las que se nos habla de realizar algún 'experimento imaginario'. Lo que tratamos de haceros notar ahora es que esto no es única-

mente una forma de hablar. En este sentido, es importante que observéis que una imagen mental no es una estructura estática, inmóvil. Por el contrario, si las imágenes mentales poseen algún valor cognitivo, éste se deriva de que **son manipulables**.

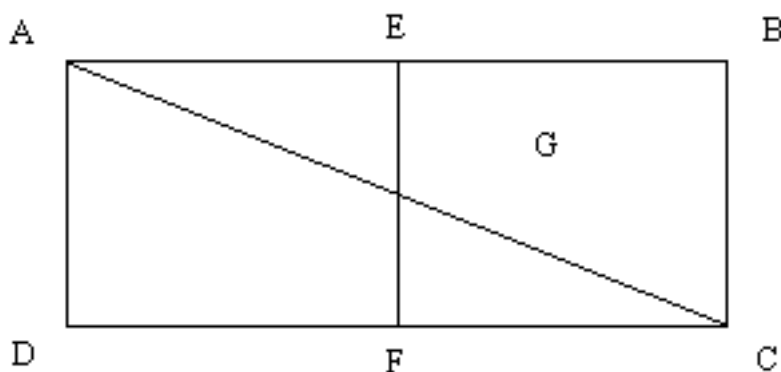
Las imágenes mentales intervienen en muchas de las actividades superiores del sistema cognitivo, tales como la creatividad o la resolución de problemas, gracias a su naturaleza dinámica y flexible. En general, podemos decir que las imágenes son piezas de inestimable valor para determinados razonamientos.

Actividad

Tratad de resolver el siguiente problema, planteado por Simon en 1978 y que hemos tomado del libro de A. Riviére (1986). *Razonamiento y Representación*. Madrid: Siglo XXI:

"Supongamos que tenemos un rectángulo ABCD, tal que AB tiene una longitud doble que BC. Ahora, supongamos que dividimos el rectángulo en dos cuadrados por una línea EF (siendo E el punto medio de AB y F el de CD), y que establecemos también una línea AC, que divide el rectángulo en dos triángulos. ¿Tiene AC y EF un punto de intersección dentro del rectángulo?"

Si sabéis geometría plana, podéis poner os manos al cálculo o ver cómo se puede ofrecer una solución rápida y directa a este problema.



La respuesta, como veis, es que sí existe un punto G de intersección. Y el procedimiento más rápido para hallar la solución estaba en dibujar o formar mentalmente una imagen que recogiera las descripciones del problema.

Digámoslo una vez más: hay algunos problemas que por su propia estructura parecen exigir soluciones que se prestan más a la mediación de las imágenes que a la del cálculo numérico o lógico. Ésta es una importante característica funcional de las imágenes mentales.

Bibliografía

Para profundizar en el tema, podrías acudir al libro siguiente:

J. J. Ortells (1996). *Imágenes mentales*. Barcelona: Paidós.

También la *Introducción a la psicología cognitiva* de De Vega, podría ayudaros (especialmente las páginas 213 a 236, correspondientes al capítulo 5).

Resumen

La imagen mental es una estructura analógica, que representa por el parecido los objetos que estimulan nuestros sentidos.

Las imágenes tienen su lugar de acción en la memoria a corto plazo y están bajo el control del sujeto.

La investigación experimental ha demostrado que las imágenes son entidades flexibles y dinámicas.

Las imágenes cumplen una función destacada en muchas tareas de resolución de problemas.

3.2. Los mapas cognitivos

3.2.1. Propiedades esenciales de los mapas cognitivos

Los mapas cognitivos representan relaciones espaciales

Los mapas cognitivos están destinados a la representación espacial de territorios. Son como una especie de representación interna de los distintos lugares por los que estamos acostumbrados a movernos. En este sentido, debéis saber que los mapas cognitivos **son representaciones estructuralmente isomórficas con los territorios que representan**, de los cuales preservan las distancias y la ubicación de los lugares. Precisamente, esta característica es la que condujo a autores como Tolman, tan tempranamente como en 1948, a referirse a estos dispositivos mentales con el calificativo de 'mapa'.

Como ya habréis notado, la preservación isomórfica de las relaciones espaciales era una de las características definitorias de las imágenes mentales y, en ese sentido, los mapas cognitivos se han estudiado siempre como formando parte de la representación del conocimiento por imágenes. Sin embargo, debido a sus propias peculiaridades y a su alto grado de especialización, también han gozado siempre de un tratamiento aparte. Nosotros aquí no hacemos más que seguir la tradición establecida.

Ejemplo

Nuestra casa o nuestra ciudad son dos ejemplos de lo que suelen representar con un alto grado de efectividad los mapas cognitivos. Por ejemplo, podemos orientarnos mentalmente antes de decidirnos a tomar una ruta determinada, utilizando esas réplicas mentales que nos permiten saber con más o menos exactitud en qué punto del espacio se encuentran los lugares más significativos de nuestra ciudad y cuál es la distancia que los separan. Por eso decimos que cuando se pone en marcha un mapa cognitivo lo que se activa en nuestra mente es un dispositivo mental especialmente dotado para calcular distancias y permitirnos orientar en el espacio. Cuando poseemos un mapa cognitivo de una ciudad, podemos afirmar con toda tranquilidad que **conocemos** esa ciudad; y la manera de demostrarlo es desplazándonos con seguridad y confianza por sus calles.

Los mapas cognitivos son entidades de naturaleza multimodal

Pero no toda la información está codificada por medio de imágenes en los mapas cognitivos.

Debéis saber que los mapas cognitivos consisten en representaciones de naturaleza multimodal. Es decir, la función referencial de los mapas cognitivos se ejerce combinando información analógica y proposicional.

Es importante que comprendáis que si un mapa cognitivo tuviera que codificar los elementos significativos de un territorio utilizando sólo imágenes, su capacidad podría verse rápidamente desbordada. Como veis, es una razón de **economía cognitiva** la que explica por qué los mapas cognitivos codifican la mayor parte de la información de un modo **semántico** o **proposicional**. Solamente los lugares más significativos de la ciudad o **prototípicos** son los que se actualizan en forma de imagen mental y la ubicación del resto de lugares se deduce por medio de inferencias conceptuales.

Los mapas cognitivos son estructuras dinámicas de carácter adaptativo

A diferencia de los mapas cartográficos, que son estructuras acabadas y estáticas, **los mapas cognitivos están en constante construcción y remodelación**.

Por un lado, es lógico pensar que los mapas cognitivos se van enriqueciendo en función de los nuevos conocimientos y las nuevas experiencias que los individuos acumulan en relación con los entornos en los que habitan y por los que transitan. En la medida en que los mapas cognitivos son sistemas de representación multimodales, en esa misma medida un cambio en el contenido de la información codificada en uno de los formatos puede repercutir en el del otro formato, dando lugar a constantes modificaciones del mapa cognitivo resultante.

Reflexión

Cuando recibimos información acerca de la construcción de nuevas avenidas en nuestra ciudad o cuando al ir paseando descubrimos que nuestro barrio está creciendo hacia una determinada dirección, es irremediable, además que adaptativo, que nuestro mapa cognitivo se remodele para recoger aquella nueva información o esta última experiencia. Imaginad por un momento, si no, la transformación que tuvo que sufrir el mapa cognitivo de los habitantes de Barcelona cuando después de 1992 la ciudad dejó de vivir de espaldas al mar.

Por otro lado, que se actualice mentalmente el mapa cognitivo con una forma u otra dependerá de las exigencias de la tarea para la cual se haya activado. Es decir, que como cabe esperar desde un punto de vista adaptativo, en función de la ruta que tengamos que planificar en cada momento, así se irá constituyendo el mapa cognitivo.

Lo cual indica que el mapa mental de nuestra ciudad no es uno e inmodificable, sino que la generación de un mapa mental particular depende tanto de nuestros conocimientos previos y experiencias directas acerca del territorio, como de las demandas adaptativas que en cada momento exijan su construcción.

Los mapas cognitivos son sistemas de cálculo

Se desprende de todo lo que llevamos dicho hasta ahora que un mapa cognitivo no sólo es una representación mental de territorios que combina información conceptual y de imágenes, sino que también cumple funciones concretas que lo justifican en tanto que entidad psicológica. Y es que los mapas cognitivos son un **dispositivo mental de resolución de problemas espaciales**. La funcionalidad de los mapas cognitivos es obvia: gracias a ellos podemos **planificar nuestra conducta deambulatoria y tomar decisiones relativas a nuestros movimientos** por el entorno.

Ejemplo

No sé si habréis visto alguna vez esas utilísimas máquinas que existen en algunas bocas de metro y que sirven para dirigir al normalmente perdido usuario de este medio de transporte. Lo que hacen es que una vez que el usuario ha introducido el punto de destino, la máquina le informa del metro más conveniente y de las estaciones en las que debe realizar los cambios oportunos a otros metros. De este modo, el agradecido usuario puede elegir, **sin ningún género de dudas**, el camino más corto entre los puntos de origen y destino.

Más o menos algo parecido a este dispositivo son los mapas cognitivos. Más, porque nuestros mapas cognitivos no están limitados a representar exclusivamente recorridos de suburbanos, y menos, porque la efectividad de nuestros cálculos mentales no es del 100%. Los cálculos mentales basados en los mapas cognitivos están abiertos a errores, lo que nos introduce en el próximo apartado de este apartado.

3.2.2. Naturaleza heurística de los mapas cognitivos

Todos nosotros, alguna vez al menos, hemos planificado nuestros itinerarios utilizando una especie de 'callejero' mental que nos permite, como a caperucita roja, decidirnos por el camino que consideramos más corto. Pero también como le pasó a caperucita, muchas veces descubrimos que el itinerario elegido en función de la representación del territorio en nuestra mente era más largo de lo que pensábamos; y es posible que averigüemos incluso que efectivamente existía otro más corto. Si realmente os ha pasado esto alguna vez, entenderéis por qué afirmamos que los mapas cognitivos siguen procedimientos de cómputo de naturaleza heurística³, es decir, sistemas simplificados de cálculo que pueden conducirnos a tomar una decisión errónea.

⁽³⁾En el contexto de los mapas cognitivos, decimos que un método de cálculo es de naturaleza heurística cuando se apoya en procedimientos abreviados que no toman en consideración toda la información relevante o que no cuentan con todos los datos necesarios para obtener la solución correcta sin ningún grado de error.

Obviamente, no podría ser de otro modo. Nuestra mente no tiene representadas todas las calles que conectan el punto de partida y el de destino, ni tampoco poseemos una información pormenorizada acerca de la longitud exacta de cada una de las calles por las que podemos atravesar. Pero la importancia de los mapas cognitivos no reside en que podamos acertar en nuestras decisiones de un modo infalible, sino en que **nos permiten tomar decisiones con toda rapidez y con un alto grado de efectividad**. Los mapas cognitivos, por con-

siguiente, son mecanismos heurísticos que priman la rapidez por encima de la seguridad absoluta en la toma de decisiones. Y ésta es una de sus principales características adaptativas.

Reflexión

Poneos por un momento en la siguiente situación: os encontráis en la plaza principal de vuestra ciudad y tenéis que dirigiros hacia una parada del autobús que se encuentra a unos cinco minutos de allí; exactamente los mismos que tardará aproximadamente en partir el autobús. Imaginad mentalmente esa parada. Seguramente, si estuvierais en esa situación real, os pararíais a pensar cuál es el camino más conveniente para llegar a tiempo de coger el autobús. Ahora mismo puede que estéis imaginando todas esas posibilidades y, tal vez basándoos en la imagen mental que seguro acompaña vuestra actividad mental, ya habréis decidido cuál es la mejor trayectoria. Pues bien, pensad por un momento en lo que significaría que nuestra decisión tuviera que estar fundada en toda la información necesaria, como las distancias en metros o el número de las posibles trayectorias alternativas. Muy probablemente, cuando hubiéramos tomado la decisión de seguir la 'ruta más corta', el tiempo que habríamos invertido en decidirnos nos habría hecho perder el autobús. Ésta es la **ventaja adaptativa** de los mapas cognitivos, que la mayoría de las veces nos ayudan a tomar decisiones acertadas y **con la mayor rapidez**.

El inconveniente es, como hemos dicho, que podríamos equivocarnos con la decisión adoptada. Y, si bien el nivel de éxito que solemos tener en este tipo de decisiones es una prueba evidente de que los mapas cognitivos son funcionales, no podemos pasar por este tema sin considerar este aspecto de los mapas cognitivos.

Sesgos de cálculo

Los psicólogos afirman que el sistema cognitivo utiliza procedimientos mecánicos de cálculo, apoyados en métodos heurísticos, precisamente porque **nuestras equivocaciones no son azarosas**. Si fuera así, podríamos pensar que cada cual utiliza sus mapas a su manera, de un modo caprichoso e idiosincrásico. Y, ante esta posibilidad, la psicología tendría que quedar muda, no habría nada que explicar o todo se explicaría por la casualidad (que no por la causalidad).

Sin embargo, **los errores** derivados del empleo de los mapas cognitivos **muestran una estructura**, apuntan todos hacia una misma dirección; por eso nos referimos a ellos con el calificativo de **sesgos**. Lo que viene a demostrar que existe un **mecanismo subyacente común** a todas las personas, que desvía de un modo sistemático sus juicios.

El estudio de los juicios que la gente emite sobre distancias y orientaciones demuestra que los errores a los que da lugar el empleo de los mapas mentales no son producto del azar, sino que consisten en yerros sistemáticos.

El mapa cognitivo implica una representación distorsionada de la realidad

En efecto, nuestros mapas cognitivos codifican de un modo **distorsionado** algunos valores relativos a distancias y orientaciones. Aunque la distorsión no afecta a la mayoría de las propiedades espaciales representadas, sí que toma su importancia en determinados juicios característicos.

Ejemplo

Está experimentalmente comprobado que la mayoría de la gente suele ordenar los objetos de su mapa cognitivo según la disposición de los ejes cartesianos, es decir, alineados en función de las coordenadas horizontal y vertical. Por ejemplo, es una impresión muy común creer erróneamente que Washington se encuentra al norte de Madrid.

También está comprobado que las distancias se consideran mayores cuando los trayectos son curvos que cuando son rectos, o que la distancia se representa como más corta desde un punto cualquiera del territorio a otro prototípico, que a la inversa, cuando desde un punto de vista euclidiano la distancia desde un punto A hasta otro punto B, es exactamente la misma que la que hay desde B hasta A.

De hecho, suele ocurrir que cuando se utiliza un plano para comprobar dónde se encuentran realmente los lugares de una ciudad, uno se asombra y extraña de lo distinto que él mismo lo había imaginado, y también que tenga dificultad en utilizarlo para desplazarse.

Lo que demuestra que los mapas cognitivos no son planos que reflejan puntualmente las coordenadas cartesianas, que tienen problemas con las configuraciones lineales o curvas de los trayectos que conectan dos puntos y que están muy condicionados por factores concernientes a la prototipicidad.

En este apartado hemos expuesto de manera sucinta las propiedades más relevantes de los mapas cognitivos, sin embargo, sería recomendable que completarais estas ideas con las explicaciones que se ofrecen en la *Introducción a la psicología cognitiva* de Manuel de Vega.

Resumen

Un mapa cognitivo es un formato de representación compuesto de imágenes y proposiciones, cuyo dominio es el mundo de las relaciones espaciales (orientaciones y distancias) y cuya función es la de servir de instrumento de conocimiento del espacio y de ayuda para navegar por él mentalmente.

Los mapas cognitivos son procedimientos heurísticos de cálculo que permiten tomar decisiones con la máxima velocidad y una alta efectividad.

Los mapas cognitivos son representaciones distorsionadas como demuestran los errores sistemáticos o sesgos a que dan lugar.

Bibliografía

M. de Vega (1984). *Introducción a la psicología cognitiva* (desde la página 247 hasta la 254, correspondientes al capítulo 5 del libro). Madrid: Alianza.

4. La representación proposicional

4.1. Naturaleza de la representación proposicional

La **proposición**, para la mayor parte de los psicólogos cognitivos, es el **formato de representación más adecuado para simbolizar mentalmente conceptos abstractos**.

El proposicional es un formato de representación digital. Y, como ocurre con todos los sistemas simbólicos de naturaleza digital, el código proposicional consiste en un número limitado de símbolos discretos que, combinados sintácticamente de manera adecuada, permiten representar cualquier dominio

En la medida en que la representación proposicional es un caso de representación digital, en este apartado sólo abordaremos aquellos aspectos del código proposicional que constituyen lo esencial para comprender la organización y el funcionamiento de los distintos sistemas de memoria, tal y como habéis estudiado en el módulo 2, al que os remitimos para cualquier aclaración. Del mismo modo, el conjunto de propiedades comunes a la representación digital podéis estudiarlo en el apartado "El formato de representación digital" de este mismo módulo.

Siendo las proposiciones representaciones digitales, ¿qué diferencia las proposiciones de otros sistemas también digitales como, por ejemplo, el lenguaje oral o escrito? Veámoslo.

4.1.1. Características de las proposiciones en tanto que representaciones mentales

Propiedades definatorias de la proposición

Toda proposición debe reunir las siguientes características: 1) debe tener un **significado**; 2) ha de ser **aseverativa**, es decir, debe afirmar o negar algo acerca de la realidad; y, como consecuencia, 3) debe encontrarse **sujeta a valores de verdad**, es decir, es necesariamente verdadera o falsa; finalmente, 4) la proposición se construye según reglas explícitas (sintácticas) de formación.

Ejemplo

Evalúad el sentido de las cuatro propiedades listadas con el siguiente enunciado: *Juan arrancó la rosa roja*. Como podéis apreciar, con la siguiente oración 1) hemos pronunciado una sentencia con un significado preciso: que la rosa roja ha sido arrancada por Juan; 2) hemos aseverado que las cosas se han producido de una manera determinada: que alguien llamado **Juan ha cercenado una flor que es una rosa** y además que **la rosa es de color rojo**; 3) estamos abiertos a que nos llamen mentirosos por sostener esta afirmación, si fuera el caso de que no hubiera sido Juan el autor de tal acción o si no se tratara de una rosa o si ésta no fuera del color expresado; y 4) si hubiéramos escrito 'arrancó la Juan rosa rojo de color', o si cada una de las palabras las hubiéramos escrito con las letras en

distinto orden ('ócanrra', p. ej.), estaríamos arriesgándonos a que nos ingresaran en un centro de salud mental o nos enviaran a un exorcista.

Como veis, para poder acercarnos al concepto de proposición hemos tenido que construir una oración, puesto que una palabra aislada ('rosa', por ejemplo), aun teniendo significado, no cumple las propiedades 2 y 3 de la lista. Confiamos, por último, en que este ejemplo os haya sido de utilidad para aprender las cuatro características que definen a una proposición. Pero **no queremos que interpretéis que la oración con la que hemos estado ejemplificando aquí es una proposición**. Seguid leyendo este apartado y entenderéis por qué una oración no es una proposición.

La representación proposicional no es la representación lingüística

A poco que hayáis reparado en la lista de características del punto anterior, habréis observado que todas ellas pueden también aplicarse al lenguaje natural que utilizamos para comunicarnos entre nosotros. Y, sin duda alguna, también el proposicional **es un lenguaje**. Sin embargo, **las oraciones del lenguaje hablado o escrito no deben confundirse con las proposiciones que dichas oraciones expresan**. Las oraciones **contienen** o **expresan** proposiciones, pero **no son** proposiciones. Por esta razón precisamente, el código verbal de Paivio no puede sin más identificarse con el código de los proposicionalistas.

Reflexión

Es importante que tengáis clara la distinción entre oración y proposición, porque podríais pensar, equivocadamente, que las palabras internas que muchas veces utilizamos cuando recordamos o pensamos se identifican con las proposiciones. Nada más lejos de la intención del concepto psicológico de proposición.

Las palabras utilizadas por cada comunidad lingüística son distintas: 'gos', 'dog', 'perro' o 'chien' son distintas palabras, representaciones lingüísticas con **formas físicas diferentes, que tienen un mismo significado**. Si la mente de un catalán, un inglés, un castellano y un francés trabajara con palabras, tendríamos que elaborar una psicología catalana, inglesa, etc., con perfiles diferentes. Es decir, la psicología caería en un relativismo cultural extremo si el lenguaje del pensamiento fuera el lenguaje nativo. Según la psicología cognitiva, no es éste el caso: las proposiciones, en tanto que unidades del lenguaje privado de la mente, son de naturaleza más abstracta que las palabras de los lenguajes sociales que cumplen funciones comunicativas.

Sin restar importancia al condicionamiento que la lengua materna pueda ejercer sobre la mentalidad de una comunidad lingüística determinada, la psicología cognitiva mantiene que la mente es una, independientemente del lugar donde se nazca. Que el ser humano, por ejemplo, sólo pueden recordar 7 más/menos 2 ítems de información, es un hecho establecido por la psicología de la memoria que compromete a todos los hombres y mujeres del mundo. Y si la mente funciona así es porque trabaja con su propio código de representación, no del todo influenciado por variables lingüístico-culturales. Por eso, no podíamos confundir el lenguaje nativo de la comunicación con el lenguaje más abstracto de la mente.

Naturaleza semántica de la proposición

Fijaos, por lo que llevamos dicho, que parece como si el lenguaje con el que trabaja la mente estuviera referido a un dominio integrado sólo por significados puros; es como si la mente tradujera a su propio lenguaje todo aquello que le llega por los sentidos, para guardar la información transformada en unidades pertenecientes a su código de representación interno. En definitiva, lo que ocurre es que **lo que codifica la mente en forma de proposiciones son conceptos abstractos y las relaciones de naturaleza estrictamente semántica que existe entre ellos**.

Ejemplo

Las proposiciones han sido utilizadas por los psicólogos cognitivos para explicar muchas propiedades características de la mente. Como ya os hicimos notar en el primer apartado de éste módulo, es un hecho empíricamente demostrado que nuestra mente goza de poderes inferenciales o que nuestro conocimiento posee una estructura jerarquizada por categorías. Del mismo modo, somos perfectamente capaces de identificar como sinónimas dos expresiones lingüísticas diferentes (como ocurre con las oraciones activas y sus correspondientes pasivas). Además, cuando leemos o escuchamos algo, lo común es que después de pasado algún tiempo sólo recordemos lo fundamental del mensaje, olvidando por completo las informaciones accesorias. Lo mismo ocurre si tenemos que reproducir algo que hemos leído en un texto o que hemos visto por televisión: siempre resumimos, ofreciendo una versión no literal de lo memorizado. Tampoco solemos transmitir una información con las mismas palabras con que fueron grabadas en nuestra memoria. Es decir, lo que **parece codificar las proposiciones en nuestra memoria es la parte esencial de la información.**

4.1.2. La forma de las proposiciones

Tratándose de un código abstracto y no observable directamente (ningún psicólogo ha podido nunca ver las proposiciones que hay dentro de la cabeza), las proposiciones han sido representadas por los psicólogos de múltiples formas.

En el trabajo de De Vega recomendado en el apartado uno de este módulo, se reflexiona acerca de la dificultad que entraña para el psicólogo trabajar con el concepto de representación mental. El asunto estriba en que lo que trata de hacer el psicólogo es elaborar una representación teórica de lo que en sí mismo es un sistema de representación: los códigos internos que utiliza la mente para representar el mundo y sus propiedades. Es decir, el psicólogo tiene que fabricar una representación **que está referida** a una representación **que está referida** al mundo.

Referencia completa:

M. de Vega (1992). Representaciones mentales: paradojas, debates y soluciones. En J. Mayor y M. de Vega. *Tratado de Psicología General* (Vol. 4: Memoria y representación, p. 263-305) (editado por J. Mayor y J. L. Pinillos). Madrid: Alhambra.

Pero lo que interesa advertir es que, independientemente de cómo la represente el psicólogo, la proposición debe incluir símbolos que hagan referencia a sus elementos básicos: los conceptos (o nodos) y las relaciones semánticas establecidas entre ellos (o eslabones).

Representación teórica de una red proposicional

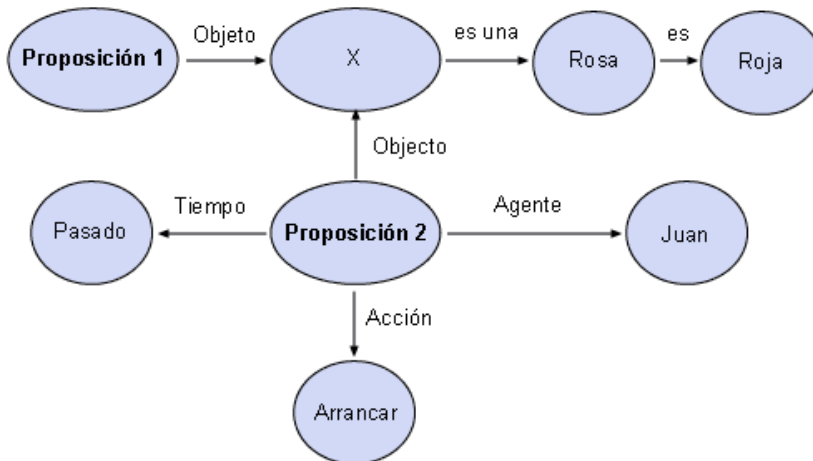
¿Cómo podrá representar nuestra mente las proposiciones contenidas en las oraciones *Juan arrancó la rosa roja*? Nunca podremos conocer la forma exacta que adopta en nuestra mente ese enunciado pleno de significado, que afirma algo y del que puede ser comprobada su veracidad. Pero lo que sí que puede hacer el psicólogo es proponer una teoría que recoja los conceptos presentes y las relaciones semánticas, gramaticales o de otra índole, por ellas manifestadas.

Como veis, las dos oraciones son equivalentes desde un punto de vista semántico, es decir, expresan la misma idea o poseen idéntico significado. Lo que dice la teoría psicológica que hace la mente de un hablante bilingüe es extraer **la idea** expresada, liberándola del formato físico en que viene envuelta la información (palabras en castellano y en catalán, o en castellano y en gallego, o

en inglés y euskera), para guardarla en la memoria como una red proposicional en la que están relacionados los **nodos conceptuales**: 'Juan', 'rosa', 'arrancar', etc., por medio de **eslabones relacionales**: 'agente', 'objeto', 'acción', tiempo de la acción', etc.

Ejemplo

La siguiente podría ser una forma de representar proposicionalmente el significado de la oración *Juan arrancó la rosa roja*:



Claro que el psicólogo tiene que utilizar 'palabras', 'circulitos', 'flechas' y otras formas para representar lo que supuestamente se encuentra almacenado en la memoria. Pero, obviamente, no debéis tomar literalmente que la representación mental sigue ninguno de estos símbolos que son más propios del lenguaje de la psicología que del lenguaje de la mente. Seguro que en nuestras cabezas no hay nada de esto, pero sí un código de representación proposicional que ha de preservar todas las relaciones aquí expuestas.

Esta forma de representar las dos proposiciones que se encuentran contenidas en la oración analizada es típica de los modelos de la memoria semántica, tal y como estudiaremos en el próximo apartado. No podía ser de otro modo, ya que la mayoría de estos modelos están inspirados en la lógica proposicional, según veremos.

4.1.3. Significado psicológico de las proposiciones

Cuando los psicólogos hablamos de proposiciones, lo hacemos porque, como ya hemos ilustrado en algún ejemplo de este mismo apartado, las consideramos unas buenas aliadas para explicar muchas propiedades del funcionamiento de la memoria y otros procesos mentales. Tened en cuenta que una proposición en sí misma no sería de mucho interés, porque sólo captura una porción muy reducida de lo que es la red de conocimientos que define a nuestro sistema de memoria semántica.

Sin embargo, el sistema proposicional, tomado en su conjunto, garantiza que procesos psicológicos tan complejos como la lectura, por ejemplo, se realicen de un modo prácticamente automático: cada uno de los conceptos puestos en juego por las proposiciones contenidas en la oración *Juan arrancó la rosa roja*, accionan mecánicamente a su vez al resto de conceptos a ellos asociados, activando unos e inhibiendo otros. Por eso, en la oración anterior hemos comprendido inmediatamente que el concepto *rosa* hace referencia a una flor y

no a una persona o un color. Claro que no hemos sido conscientes de lo que hacíamos pero **de hecho** nuestra mente, entre otras cosas, estaba calculando el valor semántico que debía asignar a cada uno de esos conceptos.

Reflexión

Reflexionad un poco sobre lo que acabáis de leer. Si habéis entendido el significado de la oración *Juan arrancó la rosa roja*, seguro que lo habéis hecho de un modo prácticamente automático, sin esfuerzo aparente y sin intervención de vuestra conciencia. No ha sido necesario un empeño especial por vuestra parte en analizar sintácticamente la estructura de la frase, ni tampoco os habéis agotado en exceso buscando en vuestra mente el significado de cada una de las palabras que leíais. Sencillamente, leíais y comprendíais. Pues bien, lo que se supone desde la psicología cognitiva es que todas esas operaciones de descomposición sintáctica, análisis gramatical y búsqueda semántica las realiza vuestra mente de un modo automático, gracias a la estructura jerarquizada y reticular de las proposiciones.

Pero no sólo existen lazos más o menos asociativos entre los nodos conceptuales de las proposiciones (rosa-flor, rojo-color, etc.). Además, como en el cálculo lógico, las proposiciones también están articuladas entre sí en función de ciertos 'operadores' que nos conducen de unas premisas a sus conclusiones de un modo absolutamente mecánico. Una vez, por ejemplo, que hemos identificado el tipo de categoría a que pertenece la rosa arrancada por Juan (la de las flores) estamos en disposición de seguir un razonamiento condicional del tipo 'si ... entonces', activándose de este modo otra parte de la red, que nos permite inferir muchas propiedades correspondientes al mundo de las rosas y que no están explícitamente expresadas en la oración leída.

Por consiguiente, es recomendable que no paséis por este punto sin reparar en el alto valor psicológico de las proposiciones mentales.

El caso es, en definitiva, que si existen las proposiciones como formato de representación mental, podemos explicar muchos fenómenos psicológicos de un modo simple y elegante. La mente funcionaría como una especie de máquina calculadora, manejando automáticamente las proposiciones según ciertas reglas formales bien establecidas, y dejando libre a la conciencia para poder dedicarse a otros asuntos tal vez más delicados de nuestra vida.

Resumen

La representación proposicional es un formato de naturaleza digital que sirve para representar conceptos y relaciones.

Las proposiciones son entidades de naturaleza más abstracta que las imágenes o las palabras y sólo codifican el aspecto semántico de la información.

La mente maneja las proposiciones de manera automática e inconsciente, dando lugar a muchas de las propiedades que definen a la memoria y otros procesos psicológicos.

4.2. Red proposicional y memoria semántica

La **memoria semántica** (ese sistema de memoria a largo plazo que, como ya habéis estudiado, codifica de un modo extremadamente abstracto los conocimientos no contextualizados y disociados de las experiencias personales), nació prácticamente en los laboratorios y las publicaciones de los psicólogos preocupados por la representación proposicional.

Bibliografía

Un texto que podría ayudaros mucho a comprender todas las implicaciones psicológicas de la representación proposicional es el capítulo 6 del libro:

M. de Vega (1984). *Introducción a la psicología cognitiva*. Madrid: Alianza.

Claro que, según habéis estudiado en el módulo 2, los sistemas de memoria a largo plazo pueden ser diferenciados en función del tipo de información que codifican, de cómo la codifican, o de la facilidad con que pueden traducirse a palabras o imágenes. Pero podemos afirmar que la mayor parte de los sistemas de memoria semántica propuestos coinciden en su estructura proposicional.

Si queréis profundizar en la naturaleza de las redes proposicionales y en los procedimientos formales que utilizan los psicólogos para construirlas, podéis acudir al capítulo diez del libro:

P.H. Lyndsay y D.A. Norman (1983). *Introducción a la psicología cognitiva*. Madrid: Tecnos.

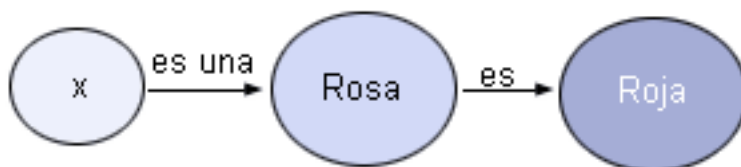
Recordad: gran parte de los modelos de la memoria semántica definen que la información guardada en ese sistema de MLP está compuesta por proposiciones, por símbolos no conscientes que se encuentran internamente organizados, y que nos permiten recuperar la información de un modo estructurado y pleno de sentido mucho tiempo después de haberla adquirido.

4.2.1. La red proposicional de Quillian: donde el concepto de *memoria semántica* entra en juego

En 1968 M. Ross Quillian presentó su TCL (*teachable language comprehender*), un programa de ordenador que manifestaba una peculiar capacidad: la de comprender textos en inglés. Para conseguir que su ordenador comprendiera textos, Quillian generó un programa que incorporaba lo que vino a llamar una **memoria semántica**, que no era otra cosa que una base de datos, cuya estructura era la de una **red proposicional**. Vamos a examinar detenidamente este modelo, porque puede servirnos de hilo conductor, de ilustre ejemplo con el que acercarnos a la esencia de todos los modelos de la memoria semántica que hacen del concepto de **red proposicional** su fundamento.

Ejemplo

Retomemos el ejemplo de la oración *Juan arrancó la rosa roja*; recordaréis que una de las proposiciones que se afirmaba en dicha sentencia es la que aquí mostramos:



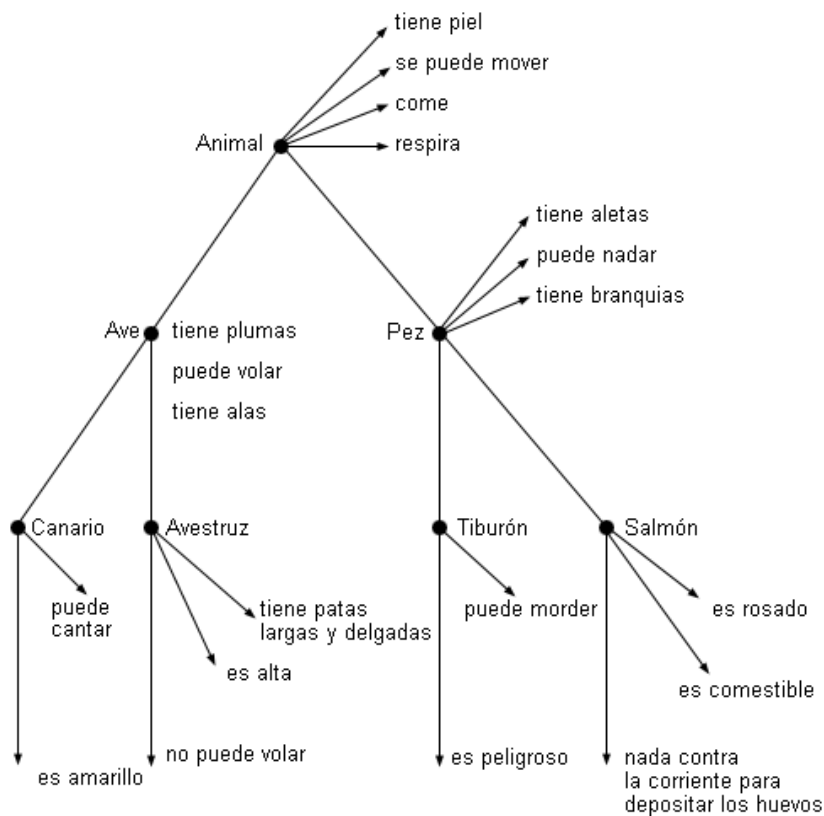
Si nos limitamos a representar la parte de la oración que se refiere al color de la rosa, nos encontraríamos con que en la memoria ha de existir algo parecido a la proposición que hemos expuesto.

Pero el mayor atractivo de la representación proposicional reside en que asegura que los nodos conceptuales de cada proposición están, a su vez, asociados semánticamente con otros nodos. La rosa pertenece a la categoría de las flores y el rojo es un caso particular perteneciente a la categoría de los colores. Además, se da el caso de que una de las propiedades de esta rosa particular es que tiene el color rojo. Los modelos de la memoria semántica, como veréis, se hacen eco de estas peculiaridades de la representación proposicional.

Características estructurales y funcionales de la red de Quillian

Desde el punto de vista de la estructura representacional, el programa de Quillian estaba equipado con una **memoria** que representaba **categorías** ('canario', 'ave', 'animal') y **propiedades definitorias** asociadas a cada una de las categorías (en el caso de la categoría canario, se resaltan las propiedades de que 'puede cantar', que 'es amarillo', etc.). Las categorías o **nodos conceptuales** se conectan entre sí según un orden jerárquico de pertenencia, es decir, en la medida en que un 'canario' pertenece a la categoría de las 'aves', ambos conceptos debían encontrarse explícitamente vinculados en TCL por medio de un **eslabón relacional**.

Además, siguiendo un principio de **economía representacional**, las categorías jerárquicamente inferiores no debían almacenar información de un modo redundante: tratando de evitar la sobrecarga del sistema con un número inmanejablemente alto de información, **TCL estaba preparado para que las categorías subordinadas pudieran heredar automáticamente las propiedades de sus superiores jerárquicas**.



Éste es el modelo original presentado por Collins y Quillian en su trabajo de 1969.

El funcionamiento de la red, por otra parte, queda garantizado por un mecanismo de **propagación de la activación**. La gestión del programa sigue la regla según la cual, cuando se activa uno de los nodos, esa activación se difunde a todos demás nodos que se encuentran directamente asociados con aquél.

Propiedades del TCL de Quillian

Pues bien, el caso es que el TCL era capaz de señalar correctamente si una **sentencia relativa a su base de datos era verdadera o falsa**. Por ejemplo, era capaz de reconocer como verdaderas sentencias del tipo 'un canario es un ave' o 'un canario es un animal' o 'un canario tiene piel'; y señalaba como falsas las que realmente lo eran (p. ej., 'un canario tiene agallas'). Es decir, que evaluaba correctamente las sentencias, haciendo gala de su habilidad de comprensión.

Pero lo importante no es únicamente que TCL comprendiera, sino que **además le llevaba un tiempo tomar su decisión en función del tipo de sentencia que se trataba**. Lo que demostraba que los juicios de TCL **dependían de la distancia jerárquica** existente entre los conceptos sobre los que se le preguntaba, haciendo que el tiempo de procesamiento estuviera en relación directa con el número de nodos que tenían que atravesarse.

Ejemplo

Es decir, que no tardaba prácticamente nada en contestar que efectivamente 'un canario es un canario'; se demoraba algo más cuando tenía que comprobar la veracidad de sentencias como 'un canario es un ave' (nodo perteneciente a la categoría superior) y el tiempo que necesitaba para comprender si 'un canario es un animal' todavía aumentaba más, puesto que había que atravesar un nodo superordinado más.

Por otro lado, los tiempos eran todavía mayores cuando lo que tenía que hacer TCL era emitir un juicio acerca de propiedades. Así, cuando una sentencia ponía en juego propiedades que no estaban explícitamente representadas en el nivel de la categoría sobre la que tenía que emitir su juicio, el programa tardaba más en inferir la existencia de tal propiedad, lo que se manifestaba en un mayor tiempo en el proceso de verificación de sentencias.

Ejemplo

Por ejemplo, la respuesta de verificación tardaba mucho más en emitirse cuando se trataba de una sentencia del tipo 'un canario puede volar' (donde 'poder volar' es una propiedad relacionada directamente con 'ave', no con 'canario'), que del tipo 'un canario es amarillo'.

Por qué era interesante el TCL de Quillian

El programa de Quillian es de interés para nosotros porque efectivamente se trata de uno de los primeros modelos basados en la metáfora del ordenador que se tomó en serio explicar cómo funciona la memoria humana. Fijaos que de lo que estamos hablando en el caso del modelo de Quillian es de un **programa de ordenador que se ejecuta automáticamente y que funciona de modo muy similar a como lo hace el sistema cognitivo humano**. Es fácil comprender que la repercusión de TCL en la teoría psicológica fuera extraordinaria.

Si TCL estaba en lo cierto, el conocimiento codificado en nuestra propia memoria semántica está estructurado jerárquicamente y está sometido a un principio de economía cognitiva, haciendo que cada elemento de la red proposicional comparta implícitamente todos los atributos o propiedades correspondientes a las clases de orden superior a las que pertenece, además de representar explícitamente los específicos de su nivel

De hecho, en 1969 Collins y Quillian intentaron poner a prueba experimentalmente las bondades explicativas del modelo. Y muchas de las predicciones que de él se derivaban encontraron refrendo en los datos: es decir, que en términos de tiempos de reacción el rendimiento de los sujetos experimentales en una tarea de verificación de sentencias se ajustaba bastante a lo previsto desde el modelo TCL.

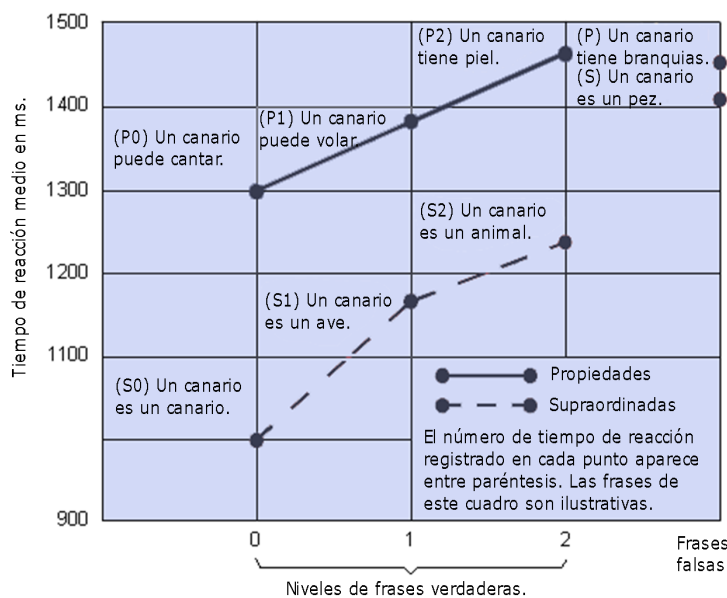


Figura 2. Tiempo de reacción media para los diferentes tipos de frases en los tres experimentos.

Fuente: adaptación de M. V. Sebastián (1983). *Lecturas de psicología de la memoria*. Madrid: Alianza.

El TCL y la naturaleza de las categorías

Como habéis podido comprobar, TCL establecía que la conexión entre los diversos conceptos representados en la memoria era de naturaleza jerárquica, cuyo principio organizativo es el propio que rige en las relaciones de pertenencia que se establece entre categorías de distinto nivel de abstracción.

Las categorías de TCL, sin embargo, eran demasiado lógicas para prosperar en la psicología de los años setenta. Los nuevos modelos de la memoria semántica se vieron influenciados por una nueva concepción de las categorías, pro-

movida por la psicóloga Eleanor Rosch, que las presentaba como estructuras bastante menos definidas lógicamente, con límites más difusos de lo que aparecían en el modelo más logicista de Quillian.

La noción de **categoría** dentro de los estudios psicológicos se vio enormemente reactivada a partir de las investigaciones que Rosch llevó a cabo a partir de los años setenta. En su opinión, las categorías están organizadas según dos dimensiones: una vertical, basada en el **grado de abstracción** de la categoría; y otra **horizontal**, que se establece en función del concepto de **prototipicidad**.

En relación con la dimensión vertical, Rosch defiende la existencia de tres tipos fundamentales de categorías que, ordenadas de menor a mayor en términos de su carácter abstracto, se corresponderían con las categorías subordinadas (p. ej. silla de oficina), las básicas (silla) y las supraordinadas (mueble). Las categorías básicas se mueven en ese nivel medio de concreción que se corresponde con el de la experiencia directa e ingenua de las cosas. Así, sólo un experto percibe un olmo o una encina (categoría subordinada), donde la mayoría de los mortales percibimos únicamente un árbol (categoría básica).

Desde el punto de vista horizontal, diremos siguiendo a Rosch que no todos los ejemplares comparten un mismo grado de pertenencia a las categorías, sino que parece que existen unos casos que son más representativos que otros: un canario, por ejemplo, es considerado por la mayoría de la gente un ejemplar más representativo de las aves que un pingüino (aunque éste también sea conocido como *pájaro bobo*). Según Rosch, el proceso de categorización depende de nuestra experiencia directa con las cosas, de nuestra interacción con un mundo que está intrínsecamente estructurado, en el que los atributos definitorios de las categorías siempre aparecen más o menos juntos (las aves, por ejemplo, son animales que normalmente suelen aparecer con alas, plumas y con capacidad de vuelo y no como animales con pelo que viven gran parte de su tiempo en el mar). Siguiendo con esta lógica, ocurre que los casos más representativos de una categoría (aquellos que más rasgos definitorios muestran) son fijados como los prototipos de la misma y que la pertenencia del resto de ejemplares se evalúa en función de su parecido con dicho prototipo. Por tanto, si admitimos el principio de la prototipicidad, estamos obligados a aceptar igualmente que la pertenencia de un ejemplar a una categoría no es cuestión de todo o nada: siempre habrá casos que pertenezcan más que otros a determinadas categorías.

Ciertamente, el concepto de *representatividad*, en tanto que descansa en el concepto de *parecido* no está libre de importantes críticas filosóficas en las que no podemos entrar aquí. Tampoco podemos extendernos más sobre las particularidades de este importante tema de la psicología que es el de las categorías y los procesos de categorización. Pero, aunque haya sido de un modo complementario, si estábamos obligados a recordar los principios estructurales de las categorías según Rosch para poder abordar con un mínimo de sentido las explicaciones relativas a los sistemas de memoria semántica que se desarrollaron posteriormente al de Quillian.

Razones en contra del TCL

Los principios de funcionamiento de la red se basaban en algunas propiedades de las categorías que no convencían por igual a todos los psicólogos. Muchos investigadores dudaron, por ejemplo, que fuera la 'relación jerárquica', en tanto que **principio lógico** de conexión entre las categorías, la que determina el tiempo de su procesamiento cognitivo. Además, no todos los datos que fueron acumulándose en investigaciones posteriores favorecían al modelo TCL en lo que respecta a su principio de **economía cognitiva**.

Ejemplo

Efectivamente, la relación jerárquica establece un valor de equidistancia entre una categoría y su subordinada; es decir, la **distancia lógica** no debería verse afectada por la naturaleza de las categorías. Sin embargo, en muchas tareas de verificación de sentencias como las estudiadas antes, se encontró que en ciertas relaciones priman otro tipo de principios distintos al de la **distancia jerárquica**. Por ejemplo, la gente tarda mucho más tiempo en determinar si es verdadera una sentencia que afirma que 'una ballena es un mamífero' o que 'un murciélago es un mamífero', que otra que afirme que 'una vaca es un mamífero', fenómeno que no puede explicarse desde el punto de vista de la relación jerárquica, lógicamente entendida, ya que ambos ejemplares se encuentran a un

solo paso de la categoría superior. Es decir, que desde un punto de vista lógico el grado de pertenencia de las categorías 'ballena' y 'murciélago' a la categoría jerárquicamente superior de 'mamífero' es idéntico al de la categoría 'vaca'. Apreciación que no parece ser eficaz desde un punto de vista psicológico. Además, algunos estudios sobre las categorías y los procesos de categorización venían también a demostrar que la redundancia, esto es, que la representación explícita de ciertas propiedades asociadas a varios nodos de una misma jerarquía conceptual, podría resultar en muchos casos un procedimiento psicológico mucho más eficaz que la inferencia lógica para recuperar información acerca de las características que definen a las cosas.

Si queréis profundizar en la relación que se estableció entre el concepto de *categoría* y el de *memoria semántica*, os podría resultar de indudable interés el siguiente trabajo:

P. Soto y M. V. Sebastián (1983). Conocimiento y memoria. En M. V. Sebastián (Comp.), *Lecturas de psicología de la memoria* (p. 296-304). Madrid: Alianza.

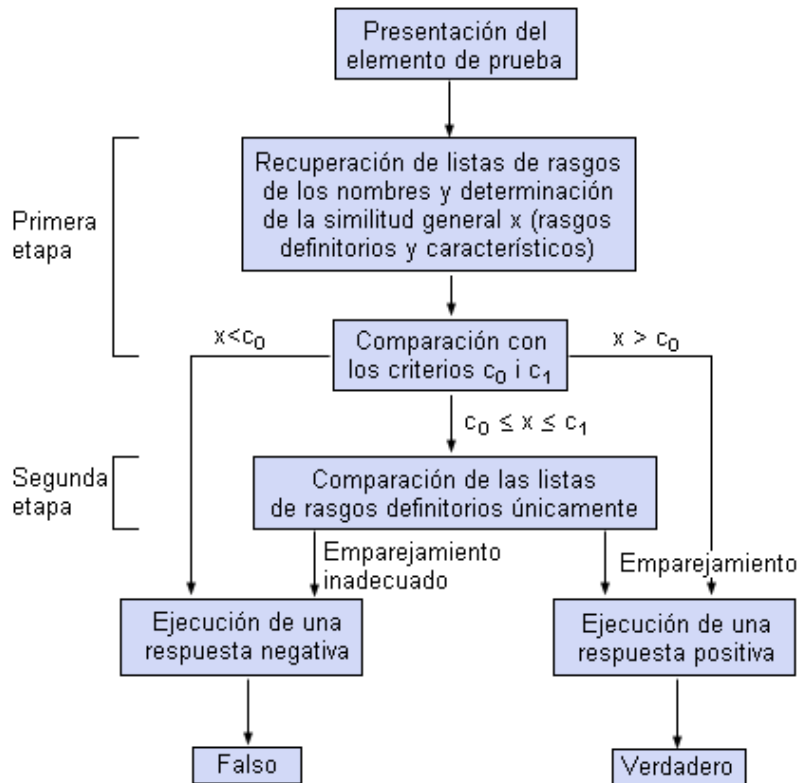
En este mismo libro se encuentran traducidos el artículo original de Collins y Quillian, y el de Smith, Shoben y Rips, en los que, respectivamente, se defiende la noción de **red proposicional** y la de **rasgos**.

4.2.2. Las alternativas a TCL: el modelo de rasgos.

Ante este estado de cosas, algunos investigadores resolvieron rechazar la idea de que la memoria semántica está constituida por redes proposicionales, negando que el significado de un concepto pueda ser capturado por un nodo y sus relaciones jerárquicas. Por el contrario, encontraron más razonable reemplazar la noción de 'red' por la de '**rasgos**'.

El modelo de rasgos trabaja con la suposición de que lo que define a una categoría son un **conjunto de rasgos**, una lista asociada de **atributos definitorios y característicos** que determinan qué ejemplares pueden formar parte de dicha categoría y cuáles no. Los **rasgos definitorios** son aquellos que especifican lo que necesariamente debe poseer una entidad cualquiera para poder pertenecer a una categoría. Estos rasgos tendrían mucho que ver con la descripción científica de una clase o categoría: para ser un mamífero, por ejemplo, es imprescindible que el animal posea los atributos de 'ser vertebrado' y 'tener temperatura constante'. Los **rasgos característicos**, por el contrario, se corresponden con las **propiedades** más o menos **prototípicas** que suelen acompañar a los elementos más característicos de la clase: los mamíferos, por ejemplo, no suelen volar; por eso es mucho más difícil identificar como tal a un 'murciélago' que a una 'vaca'.

En el modelo de rasgos, lo que se pone en marcha no es un proceso de propagación de la activación, sino uno de **comparación de atributos**: en el caso de verificar la sentencia "un canario es un ave", lo que haría nuestra memoria es, primero, **identificar tanto los rasgos definitorios, como los característicos** que definen a los 'canarios' y los que definen a las 'aves', para poder **compararlos** y establecer el grado de solapamiento existente entre ambas listas de atributos. Según el modelo, el resultado de esta comparación se asignaría como valor de **similitud general** a la variable 'X'. Y, una vez obtenido el grado de solapamiento de los rasgos definitorios y característicos (valor de 'X'), el proceso de decisión podría tomar tres direcciones distintas:



1) Si el solapamiento es suficientemente fuerte como para superar cierto **criterio de similitud** que actúa como una especie de límite superior (' c_1 '), se determina la veracidad de la sentencia; podríamos decir que cuanto más prototípicos de la categoría 'ave' sean los rasgos activados por la categoría 'canario', antes se emitirá la respuesta (más pronto se percibirá que ' $X > c_1$ ').

2) También puede ocurrir lo contrario: que la discrepancia entre tales listas sea de tal magnitud que inmediatamente se determine la falsedad de la afirmación, porque claramente el valor de X se encuentra muy por debajo de otro criterio que define el límite inferior de similitud general o ' c_0 ' (sería a todas luces obvio que ' $X < c_0$ ').

3) Pero también puede darse una tercera situación: que el grado de solapamiento entre ambas listas se encuentre entre las otras dos posibilidades ($c_0 < X < c_1$); es decir, puede ocurrir que esta primera comparación no nos permita emitir una verificación de la sentencia veloz y segura, porque el grado de solapamiento no es ni lo suficientemente fuerte ni lo suficientemente débil como para estar por encima ni por debajo del criterio de semejanza general manejado por el sujeto. En este último caso, sería necesaria una **segunda comparación** de atributos, pero esta vez **tomando en consideración sólo los rasgos definitorios** de ambos conceptos.

La aparición de modelos de rasgos, sin embargo, no significó la aniquilación de las teorías basadas en la idea de que la **red** es una buena forma de representar la estructura de la memoria semántica. Ciertamente, como demostraron Collins

y Loftus en 1975, modificando algunos de los principios logicistas del modelo TCL, como no admitir que todas las categorías se encuentran a una misma distancia semántica, podían superarse muchos de sus inconvenientes.

Ejemplo

En el modelo de Collins y Loftus, por ejemplo, la distancia semántica entre dos categorías no la determina la noción lógica de jerarquía, sino que la distancia semántica es sensible a la concepción prototípica de las categorías. Sin salirse de la lógica del modelo de red, lo que proponen Collins y Loftus es representar con enlaces más largos la relación entre las categorías que están menos fuertemente asociadas (murciélago ----- mamífero) y más cortos para las que tienen una asociación entre sí más poderosa (vaca --- mamífero); con esta modificación, se supone que la **propagación de la activación** tardaría más tiempo en afectar a los nodos más distantes, adecuándose así a la evidencia que aportan los datos experimentales.

En cualquier caso, la fuerza del concepto de 'red proposicional' no se agotó tampoco con los modelos que, como el de Collins y Loftus, limitaban su dominio a los conceptos individuales, o a frases y al tiempo de verificación de sentencias. La evolución de los modelos de red fue tal que llegaron a transformarse en verdaderas teorías psicológicas de amplio espectro, interesadas en explicar el sistema cognitivo en su conjunto. Claro que esta tarea de remodelación apartaría a los psicólogos del estudio de la memoria semántica, en tanto que objeto exclusivo de sus preocupaciones, puesto que cada vez más se sentían forzados a contemplar la importancia psicológica de los **sistemas de producción** o de la **memoria episódica** en la generación y el control de la conducta humana. Pero la labor pionera de Quillian había estampado ya su impronta.

El de Quillian fue uno de los primeros modelos proposicionalistas estrictamente referido a la memoria semántica y también podemos tomarlo como uno de los más decisivos estímulos para la producción teórica posterior en este ámbito de la psicología de la memoria. Si nos hemos extendido en él es porque los que le siguieron, ciertamente robustecieron los mecanismos funcionales de procesamiento y enriquecieron las estructuras de representación, pero también conservaron muchas de las ideas originales de Quillian. Además, la simplicidad del modelo nos permitía acercarnos a la representación proposicional de la memoria semántica de un modo sencillo y claro.

Ciertamente, a partir de TCL los modelos posteriores criticaron, matizaron, ampliaron o revisaron algunos de los principios explicativos implicados en este primer modelo, pero el concepto de **memoria semántica en tanto que red proposicional** se hizo un hueco nada despreciable en la literatura psicológica a partir de entonces, por mucho que se intentara conectar con otros sistemas de memoria no estrictamente semánticos.

Ése es el caso, claramente, de los **sistemas de producción** propuestos por Anderson en su modelo ACT* (*adaptive control of thought**) de 1983. Los sistemas de producción son estructuras de representación de las destrezas o habilidades que tienen la forma de asociaciones condicionales del tipo **condición** → **acción**. Son estructuras de conocimiento no declarativo y con formato no proposicional (aunque están conectadas con éste y con el conocimiento declarativo que codifican las proposiciones), y son responsables de relacionar interactivamente al sistema cognitivo con el entorno.

Si os interesa ahondar en los **modelos de redes** que sucedieron al de Quillian (MAH, LNR, ACT, etc.), podéis acudir al capítulo 6 del libro de M. de Vega (1984), *Introducción a la psicología cognitiva*, Madrid: Alianza (especialmente las páginas que van de la 273 a la 300).

La evolución de los modelos, como decimos, desbordó los estrechos límites de la memoria semántica. Y de esta transformación brotaron nociones teóricas de importancia capital para comprender el estado actual de la psicología de la memoria en general. Una de esas nociones es la que hace referencia al con-

cepto psicológico de **esquema**, en el que hemos de detenernos brevemente en tanto que consiste en un **sistema de representación** e incluye redes proposicionales para referirse a la participación de la memoria semántica en dicho sistema. Con su análisis cerramos este apartado.

Los esquemas: las grandes redes de conocimiento contextual

Los **esquemas** son unidades de conocimiento que están estructuradas en torno a situaciones particulares, como pueden ser, tomar un autobús, ir al dentista o comer en un restaurante. Cuando se activa un esquema, se reclutan todos aquellos conocimientos que son pertinentes para la tarea, independientemente de su código, y se ponen a su servicio.

Con la intención de destacar lo que tienen de común, más que preocuparnos por las singularidades, hemos utilizado aquí el término de **esquema** para referirnos indistintamente a lo que algunos investigadores han llamado también **marcos** (Minsky) o **guiónes** (Schank y Abelson). Pero debéis ser conscientes de que tales diferencias existen.

También es importante que notéis que la fuerza teórica que hoy poseen conceptos psicológicos como **esquema**, **marco** o **guión**, en cierto modo proviene de su íntima relación con la noción de **representación proposicional**.

De hecho, el de **esquema** es un concepto de reconocida solera dentro de la psicología, que se remonta, como ya sabéis, a los trabajos de Barlett (y, en otro sentido, a los de Piaget). Pero de ningún modo podéis pasar por alto que si en algún momento estos conceptos psicológicos acrecentaron formidablemente su popularidad fue cuando tuvieron oportunidad de concretarse teóricamente en forma de estructuras de representación interna manipulables por los recursos de un sistema artificial. Y que, entre los más destacados defensores de esta idea, se encuentran en primera línea los psicólogos preocupados por el concepto de representación proposicional, como podréis estudiar en el apartado dedicado a exponer los principios del computacionalismo.

Una fuente de referencia muy útil, por su claridad y coherencia expositiva, donde podéis profundizar en el concepto de esquema la encontraréis en el capítulo 13 (especialmente, p. 286-297) del libro de Baddeley (1999). *Memoria humana. Teoría y práctica*. Madrid: McGraw-Hill. El capítulo en su conjunto está dedicado a todos los problemas relacionados con la memoria semántica que hemos señalado en este apartado.

Los **esquemas** son unidades de conocimiento que están estructuradas en torno a situaciones particulares, como pueden ser, tomar un autobús, ir al dentista o comer en un restaurante. Cuando se activa un esquema, se reclutan todos aquellos conocimientos que son pertinentes para la tarea, independientemente de su código, y se ponen a su servicio.

Ejemplo

Así, cuando vamos a comer a un restaurante, por ejemplo, se acciona el esquema correspondiente, actualizándose el conjunto de conocimientos que hemos adquirido sobre tal actividad: habrá un camarero, puede traer una carta, el comedor tendrá mesas, silla, mantel, cubiertos, tendremos que pagar al final, y todo lo demás. Como podéis comprobar, los esquemas gestionan nuestros conocimientos, sean estos acerca de cosas o de destrezas, poniéndolos al servicio de una actividad global que se encuentra ligada a contextos muy delimitados.

Por supuesto que cada una de estas situaciones (o 'escenarios') pueden variar en muchos aspectos; pero no es menos cierto que la configuración global de las mismas se mantiene más o menos constante. Precisamente porque las diversas situaciones cotidianas con las que tenemos que bregar mantienen invariable su estructura, no tenemos que andar inventando constantemente nues-

tra participación en ellas: el papel que tenemos que desempeñar en estas circunstancias está en gran parte escrito en nuestra memoria a largo plazo y sólo debemos improvisar cuando la escena no se corresponde del todo con lo exigido por el 'guión' aprendido.

En cierto modo, como veis, lo que ordinariamente llamamos **el contexto**, es decir, aquello que nos da las claves para interpretar una situación concreta de una forma y no de otra, **es lo que nos está proporcionando el esquema cognitivo**.

Ejemplo

Muchas de nuestras inferencias quedarían sin explicar si no fuera porque nuestra mente trabaja con esquemas. En este sentido, la funcionalidad de los esquemas se manifiesta abiertamente en tareas de comprensión: si en un restaurante del Levante español, por ejemplo, nos recomienda un camarero lo siguiente: *cómase una catalana, que están buenisimas*, no interpretamos intenciones antropófagas en su sugerencia, ni lo entendemos tampoco como un comentario grosero acerca de las virtudes femeninas de las mujeres nacidas en Cataluña. Sencillamente, comprendemos que lo que el camarero nos aconseja es que degustemos un sabroso pan payés, calentito, con aceite y tomate restregado, y con una deliciosa loncha de jamón, a ser posible de los que tienen la pata negra, cubriéndolo todo. Nuestra inferencia en este caso sólo ha podido resultar adecuada porque contamos con la información que nos ofrece 'el contexto'. Psicológicamente, diríamos que en este caso se ha activado 'el esquema' correcto. Los esquemas, según podéis advertir, nos permiten comprender con facilidad lo que vemos, escuchamos o leemos, sin necesidad de que estén presentes 'todos los datos'.

El esquema y sus derivados, desarrollando las tradiciones inauguradas por Quillian y Barlett, pudieron ser concebidos como una gran base de datos con estructura de red, que combina representaciones de naturaleza proposicional con la de otros tipos, que reside en la memoria a largo plazo y que nos permite adaptarnos a diversos escenarios de nuestra vida cotidiana.

Resumen

El concepto de *memoria semántica*, en tanto que estructura de conocimiento de la memoria a largo plazo, vino de la mano del concepto de *red proposicional*.

El modelo TCL de Quillians puso a prueba un sistema de memoria basado en las nociones de 'categoría lógica', 'economía cognitiva' y 'propagación de la activación'.

Las limitaciones del modelo TCL dieron lugar a la aparición de los modelos de rasgos y al perfeccionamiento de los modelos de redes, introduciendo en ambos casos la idea de 'categoría difusa' de Rosch.

Los 'esquemas' (redes de conocimiento conectadas con escenarios concretos), integran la información de los distintos sistemas de memoria y nos permiten superar las ambigüedades típicas de las situaciones cotidianas.

5. El concepto de representación en disputa

5.1. El concepto de representación en disputa: introducción

En este último apartado del módulo "La representación del conocimiento en la memoria" vamos a concentrarnos en una cuestión de gran trascendencia para la teoría psicológica, como es la siguiente: ¿cuál es la arquitectura funcional⁴ del sistema cognitivo? Ciertamente, los apartados precedentes se han ocupado de cuestiones relativas a la arquitectura funcional de la mente: qué tipo de representaciones maneja el sistema cognitivo (imágenes o proposiciones) o qué tipo de procedimientos sigue para su manipulación (procesamiento en paralelo o procesamiento secuencial), son importantes cuestiones relacionadas con esta temática. Del mismo modo, fijaos en que defender la existencia de distintos sistemas de memoria (sensorial, a corto plazo, a largo plazo, etc.), también implica postular una arquitectura funcional determinada. Por tanto, debéis advertir que en nuestras explicaciones anteriores ya estábamos trabajando implícitamente con el concepto de *arquitectura funcional*. Como podéis apreciar, el hecho es que cualquier afirmación acerca de los componentes del sistema cognitivo significa aceptar implícitamente un tipo u otro de arquitectura funcional de la mente. Sin embargo, hasta ahora no habíamos cuestionado explícitamente la naturaleza de tal arquitectura.

⁽⁴⁾En psicología cognitiva utilizamos la expresión *arquitectura funcional* para referirnos a la estructura interna de la mente y a los principios funcionales que regulan su comportamiento.

Reflexión

Obviamente, es crucial para la teoría psicológica determinar cuál es la arquitectura funcional del sistema cognitivo, porque de ello depende que podamos explicar el funcionamiento de procesos psicológicos como la memoria. Por eso, en este módulo no hemos hecho otra cosa que reflexionar sobre la arquitectura funcional del sistema cognitivo, sobre el tipo de representaciones con las que trabaja y sobre la organización interna de este especial sistema de procesamiento de la información que es la mente.

Éste es el momento en que hemos de poner en el centro de nuestras preocupaciones teóricas **el propio concepto de lo mental**. Con este fin, hemos elaborado el presente apartado que está pensado para haceros reflexionar sobre la naturaleza del **sistema cognitivo** en tanto que **máquina destinada a procesar información**. Quizás debido al nivel de abstracción del debate en el que vamos a introducirnos, la lectura de los próximos dos apartados sea algo más difícil de seguir y un tanto más dura su digestión. Pero, siendo ésta una cuestión de tal calado, no podemos rehuirla sin que nuestra formación en psicología de la memoria no se resienta. Después de estudiar este apartado, entenderéis perfectamente (al menos eso esperamos) por qué era necesario que dedicáramos un poco de nuestro tiempo a tan trascendente cuestión de determinar qué es la mente y cómo trabaja.

Lógicamente, si introducimos un apartado destinado a cuestionar la naturaleza del sistema cognitivo es porque **el mismo concepto de representación se convierte en un elemento de disputa** cuando se modifica la noción general de la arquitectura funcional de la mente. Según tendréis ocasión de comprobar, que el sistema cognitivo utilice un formato de representación analógico o proposicional, o que incluso podamos pensar en la posibilidad de que no utilice ningún tipo de símbolos cuando trabaja, dependerá mucho del tipo de máquina que consideremos que es la mente.

Si nos importa señalar la gravedad de este problema teórico es porque en la actualidad, junto con la psicología cognitiva más clásica que hemos estudiado en los apartados anteriores, coexisten otras dos aproximaciones a lo mental que hacen que el concepto de *representación* sea uno de los aspectos más debatidos en el escenario psicológico contemporáneo: éstas dos teorías son el computacionalismo simbólico y el conexionismo sub-simbólico

El **computacionalismo**, ya lo veremos, defiende una arquitectura funcional del sistema cognitivo muy próxima a la de la inteligencia artificial. Para esta aproximación psicológica la mente es una máquina biológica de procesar símbolos. Igual que las computadoras, el sistema cognitivo es concebido aquí como un dispositivo de procesar secuencialmente información simbólica, según un conjunto de reglas explícitas que se encuentran almacenadas en su interior en forma de programas. Como decimos, el proyecto teórico de los computacionalistas converge a menudo con los intereses de los especialistas en informática y robótica. Y, en este contexto, el concepto de representación (y en concreto **el concepto de representación proposicional**) pasa a un primer plano de importancia teórica.

Por su parte, el **conexionismo** tomará como estímulo teórico al cerebro. En lugar de hablar de símbolos y programas, los conexionistas prefieren utilizar un vocabulario en el que el concepto de símbolo deja de ser central, y parten de la idea de que lo que procesa realmente la información no es otra cosa que un número ingente de neuronas conectadas entre sí. En opinión del conexionismo, **es poco preciso si no equivocado hablar de representación mental** como si fuera algo distinto de la actividad masiva y en paralelo de un cerebro biológicamente diseñado.

Como veis, la arquitectura funcional de la máquina conexionista tiene necesariamente que ser bien diferente de la arquitectura funcional de la máquina computacional. Por eso, para que podáis disfrutar de una primera aproximación a estas dos interesantes teorías psicológicas, y también para poder evaluar el significado de la representación mental en cada una de ellas, hemos incorporado a nuestra asignatura los próximos dos apartados. Primero, en el apartado 4.5.2. abordaremos la visión defendida por el **computacionalismo**

proposicionalista. El último apartado de este módulo, el 4.5.3. lo dedicamos al **conexionismo**, una de las últimas y más prometedoras teorías psicológicas, en la que 'la metáfora del cerebro' desempeña un papel protagonista y en la que el concepto de símbolo pierde su lugar de privilegio explicativo.

Resumen

En la psicología contemporánea coexisten varias versiones antagónicas acerca de la naturaleza de la representación mental.

El **computacionalismo simbólico**, en donde se lleva al extremo la 'metáfora del ordenador', es completamente dependiente del concepto de representación mental.

Por el contrario, la **arquitectura funcional de una máquina conexionista** como el cerebro no precisa del concepto de símbolo.

5.2. El computacionalismo: la "versión dura" de la Psicología cognitiva

En este apartado nos interesa examinar los supuestos de una de las líneas de investigación, con mayor tradición dentro de la psicología cognitiva, que hace del concepto de manipulación simbólica el centro de su argumentación: nos referimos al **computacionalismo proposicionalista**.

El objetivo de los psicólogos computacionalistas es hacer plausible la hipótesis según la cual *la mente humana es literalmente una computadora*, un sistema mecánico de cómputo que utiliza exclusivamente información digital (de naturaleza proposicional fundamentalmente) y que la procesa siguiendo un conjunto de reglas bien definidas, próximas a las que rigen en el cálculo lógico.

Calcular no significa otra cosa que operar con representaciones numéricas para transformar una información de entrada en otra de salida. El concepto de *calculo*, sin embargo, no debemos reducirlo al dominio de lo numérico, ya que no sólo está destinado a representar este tipo de entidades: la lógica moderna, por ejemplo, se caracteriza, como las matemáticas, por constituir un potente sistema de cálculo. En este sentido de 'manipular símbolos para el cálculo' podemos considerar sinónimos los términos 'cálculo' y 'cómputo'. Por eso los angloparlantes utilizan el término 'computadora' para referirse a las modernas máquinas diseñadas para trabajar con grandes bancos de información codificada numéricamente. Nosotros, dejándonos inducir por el vocablo francés, llamamos a esa misma máquina *ordenador*.

Como los cómputos de un ordenador se realizan sobre una información que necesariamente está codificada simbólicamente, no tiene sentido hablar de computación sin representación; ni viceversa. De ahí la importancia de precisar muy claramente cuál es el formato de representación idóneo para realizar cálculos a toda velocidad y con la mayor precisión. En este contexto es en el que adquiere todo su sentido el concepto de **representación proposicional**, en tanto que **formato digital** de representación que permite a los sistemas dedicados al procesamiento de la información llevar a cabo su tarea óptimamente.

Si pensamos ahora en esos psicólogos que defienden que, a cierto nivel de descripción, 'la mente es una computadora', entenderemos mejor por qué la representación proposicional pasa a un primer plano de importancia en la explicación psicológica. El atinado título que el profesor Rivièrre escogió para el libro que ya hemos recomendado en apartados anteriores, captura ejemplarmente la esencia de esta idea: los sistemas cognitivos y los ordenadores son dos casos pertenecientes a una misma categoría: la de los 'objetos con mente'. 'Objetos' que reciben, codifican, transforman, guardan y recuperan información, siguiendo ciertas reglas computacionales. Y la mejor forma que se conoce hasta el mo-

mento para realizar estas funciones es trabajando con un código digital, como digital es la representación proposicional.

Si estuvierais interesados en profundizar en todas estas cuestiones os remito una vez más al citado libro de Rivière. También puede resultaros de utilidad el trabajo sobre la historia de la psicología cognitiva publicado por la UOC para la asignatura de *Historia de la psicología*, cuya referencia completa es la siguiente:

M. J. Pedraja, A. Romero y J. Marín (2000). La psicología cognitiva. En M. Sáiz (Coord.), *Historia de la Psicología* (módulo didáctico 5). Barcelona: UOC.

En la medida en que este tipo de psicólogos defiende una **equivalencia fuerte** entre la mente y los sistemas artificiales de cómputo (como los modernos ordenadores), su psicología ha sido conocida como la **versión dura** de la metáfora computacional. Para ellos, **la mente humana es al cerebro lo que el programa que utilizan los ordenadores para funcionar (o *software*) es a la materia física de la que están hechos (o *hardware*)**. Es decir, que existe una relación de equivalencia funcional⁵ entre el sistema cognitivo y los ordenadores, lo que significa que estas **dos estructuras diferentes desde un punto de vista material** (neuronas y chips de silicio) **son equivalentes desde el punto de vista funcional**.

⁽⁵⁾Se dice de dos objetos materialmente diferentes que son funcionalmente equivalentes cuando realizan las mismas operaciones o cumplen las mismas funciones dentro de un sistema. En este sentido es paradigmática la comparación que establece entre una máquina fotográfica y el ojo humano. Ambos dispositivos son completamente diferentes en su composición material, pero en tanto que sistemas, funcionan más o menos de la misma forma, son equivalentes. Así, podríamos buscar equivalencias funcionales entre los distintos componentes de la cámara y el ojo (pupila-diafragma; película-retina; enfoque-córnea; etc.). Y podemos describir al ojo humano 'como si' fuera una cámara fotográfica, un dispositivo fotosensible especializado en registrar la información electromagnética.

Reflexión

Fijaos en que, según la versión dura de la psicología cognitiva, lo que hace una mente es **exactamente lo mismo** que lo que hace un ordenador; esto es, manipular proposiciones siguiendo reglas precisas de computación. En este sentido, más que hablar de la 'metáfora del ordenador', lo que afirman estos psicólogos es que **la mente**, de un modo literal, 'es' un ordenador.

Un supuesto central de estos modelos es que el **procesamiento de las proposiciones por parte de la computadora mental sigue un procedimiento secuencial (o serial) y reglas explícitas de cálculo** a las que nos referiremos con el nombre de **algoritmos**.

5.2.1. El concepto de algoritmo en los sistemas computacionales

Igual que los expertos en programación, los psicólogos computacionalistas utilizan el concepto de **algoritmo** para referirse a esos **procedimientos mecánicos de cálculo** que especifican claramente cuáles son las distintas operaciones que deberá realizar la mente para producir un resultado deseado.

Un algoritmo es, por consiguiente, un procedimiento efectivo de cálculo, que realiza mecánicamente un conjunto finito y secuenciado de operaciones lógicamente regladas.

Reflexión

Siempre tenéis que tener en cuenta que **tanto la descripción, como la explicación algorítmica de la mente consiste en un tipo de descripción y en una explicación funcional**. Esto es: una explicación que se ocupa más de lo que hace nuestra mente y de cómo lo hace (los programas cognitivos), que de las propiedades de la materia que le sirven de sustrato físico (el cerebro). ¿Cuáles son los algoritmos que hacen que nuestra mente *funcione* como una máquina lógica y que se comporte como una especie de ordenador digital? Esta es una pregunta central para los psicólogos computacionalistas que se interesan en explicar las propiedades de la mente, en tanto que puede ser descrita funcionalmente.

Con la intención de que penséis con detenimiento sobre este aspecto de la explicación algorítmica o funcional, fijaos atentamente en lo que aparece en vuestra pantalla. Cuando estéis listos, pulsad el botón Continuar y reflexionad sobre lo que habéis visto.

Continuar



5.2.2. El papel de la conciencia dentro de un sistema computacional

El automatismo del sistema cognitivo

Una de las ideas cardinales que anima a los computacionalistas es la de poder ofrecer una **explicación mecanicista del funcionamiento de la mente**. De este modo, la mente sólo puede ser explicada en la medida en que se la conciba como una computadora que ejecuta automáticamente sus algoritmos. Y el funcionamiento **automático** es, por definición psicológica, **inconsciente**.

Los comportamientos regidos por la conciencia, por el contrario, son controlados subjetivamente, consumen recursos atencionales, pertenecen a la esfera voluntaria de la vida psíquica y escapan a cualquier tipo de determinación. La respuesta de los computacionalistas ante este dilema es inquietante, pero perfectamente razonable desde sus propios supuestos: **la conciencia es sólo el producto o resultado de la manipulación inconsciente y mecánica (algorítmica) de los símbolos cognitivos, pero no participa en el control de la conducta**. Desde esta perspectiva, la conciencia puede ser **efecto**, pero nunca **causa** de la conducta mental.

Reflexión

Éste podría ser, en lenguaje Basic, el algoritmo que controla la conducta de la máquina calculadora que hemos imaginado en la reflexión anterior.

Algoritmo	
Operaciones por pasos	Significado de cada paso
1Ø LET I = 0	Asigna el valor 0 a la variable I.
2Ø LET I = I + 1	Contador: cada vez que el programa da una vuelta, el valor de I aumenta una unidad.
3Ø LET C = I * I	Asigna a la variable C el valor resultante de multiplicar a I por sí misma.
4Ø PRINT C;	Imprime el valor de C, uno detrás de otro.
5Ø IF I < 10 THEN 2Ø	Establecimiento de bucle o subrutina: si el valor de I es inferior a 10, entonces hay que repetir la operación que se inicia en la línea 2Ø.
6Ø GOTO 1Ø	Cuando el valor de I es igual a 10, entonces la línea 5Ø desactiva la subrutina, y en esta línea se ordena a la máquina reiniciar la operación desde la línea 1Ø.

Estas seis líneas de programación en lenguaje BASIC es un posible algoritmo que captura el proceso de cálculo mencionado. Es decir, con estas seis líneas podríamos convertir a cualquier ordenador que comprendiera el lenguaje BASIC en un inútil calculador del cuadrado de los diez primeros números naturales. También podríais construir otros algoritmos funcionalmente equivalentes a éste utilizando distintas órdenes de BASIC, por ejemplo basadas en los comandos FOR y NEXT.

Es importante que observéis que la máquina está comportándose **lógicamente**. Su conducta de cálculo es óptima (es inteligente) por virtud de las instrucciones recogidas en el algoritmo que dirige su conducta; particularmente la línea 5Ø constituye un operador lógico del tipo 'Si p, entonces q' (condicional). **Su conducta es inteligente, pero no porque sea consciente**. Seguro que ninguno de vosotros se turbará porque le neguemos conciencia (que no, inteligencia), al comportamiento de un ordenador. Ésta es la estrategia seguida por los computacionalistas para asignar inteligencia a las máquinas y, en sentido inverso, para convertir en mecánico el comportamiento mental de los seres humanos.

Haceos cargo de la envergadura del problema: si la conciencia es esa estructura mental que permite al ser humano tomar decisiones voluntarias ¿no estaríamos rompiendo con el automatismo del sistema? Si yo puedo recordar o pensar libremente, sin que haya ninguna ley psicológica que determine mecánicamente mi comportamiento ¿no estaré violando los principios de la explicación científica que prescriben que 'todo efecto debe tener su causa'? En este contexto la conciencia se convierte en una incómoda complicación para la explicación psicológica, puesto que su funcionamiento no puede estar determinado automáticamente sin caer en una contradicción entre los términos. No olvidéis que la distinción psicológica entre procesos automáticos y procesos controlados, por ejemplo, se hace eco de esta peculiaridad de los procesos mentales.

Como veis, para los defensores de la psicología cognitiva 'fuerte', la mente es una cosa y la conciencia otra distinta. La mente es la máquina lógica (también llamada *máquina abstracta* o *máquina virtual*) y la conciencia es un epifenómeno⁶, una entidad innecesaria para que exista conducta inteligente.

⁶Un epifenómeno es algo que evidentemente existe, pero que no interviene como causa en la producción de un suceso particular. Por ejemplo, se suele decir que la espuma de las olas son un epifenómeno en ese sentido de que es algo que siempre acompaña a la ola, pero es algo que de ningún modo efectivo determina el comportamiento de la misma.

De este modo, en una mente esencialmente automática, la conciencia sólo puede ser concebida como un epifenómeno, como una realidad derivada que no desempeña ningún papel significativo en el escenario de lo psicológico. De este modo, los psicólogos computacionalistas no ponen en duda la existencia de la conciencia (ellos, según dicen,

también la tienen), pero afirman que no cumple ninguna función en la ordenación de nuestros actos mentales.

La conciencia de los robots

¿Tienen conciencia los robots? Así es como podríamos plantear el problema filosófico y científico que se esconde detrás de la propuesta computacionalista que ahora examinamos. Pensad por un momento en la posibilidad científico-técnica de construir un robot, cuya forma externa fuera indistinguible de la de un ser humano, al que se le ha programado para replicar todos nuestros comportamientos, incluyendo los inteligentes. De ser esto posible, tendríamos un doble perfecto del hombre, sólo que sin conciencia. Y, si el humanoide hace exactamente las mismas cosas que nosotros sólo que sin conciencia, ¿por qué hemos de esperar que nuestra conciencia sirva para algo? He ahí, crudamente formulado, el *quid* de la cuestión.

¿Sueñan los androides con ovejas eléctricas? Así podríamos haber formulado la pregunta sobre la conciencia de los robots, si hubiéramos buscado un efecto literario. Y así fue, en efecto, como bautizó Philip K. Dick su novela sobre androides, cuando la lanzó al mercado en 1968. Después, en 1982 llegaría a las pantallas la versión cinematográfica de la novela, *Blade Runner*, dirigida por Ridley Scott, donde el cine de ciencia-ficción alcanza el rango de obra maestra. Pues bien, si alguno de vosotros no ha tenido todavía la oportunidad de ver esta maravillosa cinta, que no pierda más el tiempo (incluso si estáis ahora mismo de exámenes, os podría servir de reparador descanso). Porque los problemas morales, filosóficos y científicos que quedan recogidos en esta película son de evidente interés para todos aquellos que estén atraídos por la psicología cognitiva.

Y al margen de la ficción, sin salirnos de la ciencia-ciencia, podéis acercaros a la dirección web del Instituto Tecnológico de Massachusetts MIT), para comprobar los últimos adelantos en relación con la construcción de robots inteligentes antropomorfos.

También podéis acudir a la ilustrativa, a la vez que entretenida, página mantenida por David Chalmers si lo que os interesa es introducirnos en el fascinante misterio de la conciencia.

Resumen

El computacionalismo concibe a la mente como un sistema digital de cálculo, que es funcionalmente equivalente a los ordenadores modernos.

Los algoritmos son procedimientos reglados de cómputo que dirigen el comportamiento del sistema cognitivo.

La propuesta computacionalista hace del hombre un autómatas sin conciencia.

5.3. El sistema de representación en los modelos PDP o conexionistas

Los modelos que se engloban dentro del concepto de **procesamiento distribuido en paralelo**, entraron con fuerza en la psicología cognitiva a mediados de la década de los ochenta.

A continuación os ofrecemos un extracto del capítulo 1 del libro *Procesamiento distribuido en paralelo*. En este libro se presentaron formalmente al gran público los avances logrados desde esta perspectiva teórica que algunos han tachado de revolucionaria. En el extracto recogido aquí (que consideramos de **obligada lectura**), se muestra de un modo muy sugerente las virtudes y los supuestos teóricos de este potente programa de investigación. El *Procesamiento distribuido en paralelo*, aunque inspirado en un conjunto de ideas de larga tradición en la historia de la psicología y de la filosofía, consiguió entrar en el territorio de la psicología con una desafiante determinación de conquista. Y con sus nuevos postulados conexionistas, esta nueva concepción ha conseguido, cuando menos, proponerse

como una fuerza alternativa a los modelos computacionalistas de la psicología cognitiva. Veamos cómo.

El atractivo del procesamiento distribuido en paralelo

¿Qué hace que las personas sean más listas que las máquinas? Desde luego las personas no son ni más rápidas ni más precisas. Y, sin embargo, a la gente le resulta mucho más fácil que a las máquinas percibir objetos situados en escenarios naturales y darse cuenta de sus relaciones, comprender el lenguaje y extraer de la memoria información adecuada al contexto, hacer planes y llevar a cabo acciones contextualmente apropiadas, así como ejecutar una amplia gama de tareas cognitivas naturales. A las personas también se les da mucho mejor que a las máquinas aprender a hacer todas estas cosas con mayor precisión y habilidad gracias a la experiencia.

¿A qué se deben estas diferencias? Una respuesta a esta pregunta, quizás la típica que cabe esperar de la inteligencia artificial, es que se trata de una cuestión de programación. La idea que hay tras esta respuesta es que, si dispusiéramos del programa de ordenador adecuado, seríamos capaces de reproducir la maestría y la adaptabilidad que caracterizan al procesamiento humano de la información.

No cabe duda de que esta respuesta es parcialmente correcta. Se han producido grandes avances en nuestra comprensión del conocimiento como consecuencia del desarrollo de lenguajes expresivos de ordenador de nivel superior y algoritmos de gran potencia. No cabe duda de que en el futuro se producirán más avances como éstos. Sin embargo, nosotros no creemos que todo se reduzca a una cuestión de programación.

En nuestra opinión, las personas son más inteligentes que los ordenadores actuales porque la arquitectura computacional básica que emplea el cerebro se encuentra mejor adaptada para enfrentarse a un aspecto fundamental de esas tareas naturales de procesamiento de información que tan bien se le dan a la gente.

Intuitivamente, parece que este tipo de tareas necesita mecanismos en los que cada aspecto de la información que hay en una situación dada pueda actuar sobre otros aspectos, de manera que cada aspecto esté influyendo sobre él. Para plasmar de forma articulada estas intuiciones, nosotros y otros investigadores hemos recurrido a una clase de modelos a los que hemos dado el nombre de "modelos de procesamiento distribuido en paralelo" o "modelos PDP". Estos modelos parten de la suposición de que el procesamiento de la información se produce mediante la interacción de un gran número de elementos procesadores simples llamados "unidades", cada una de las cuales envía señales excitadoras e inhibitorias a otras unidades.

Una razón que explica el atractivo de los modelos PDP es su incuestionable "aroma fisiológico". Parece que están mucho más ligados a la fisiología del cerebro que otros modelos de procesamiento de la información. El cerebro consta de un gran número de elementos con un elevado nivel de interconexión, que aparentemente se envían entre sí mensajes excitatorios e inhibitorios muy sencillos mediante los cuales ajustan sus excitaciones. Las propiedades de las unidades de muchos de los modelos PDP que vamos a examinar más adelante están inspirados en propiedades básicas de las estructuras neurales (...)

Aunque no cabe duda de que el atractivo de los modelos PDP se ve incrementado por su plausibilidad fisiológica y por el hecho de que estén inspirados en estructuras neurales, éstas no son las razones primarias por las que a nosotros nos resultan atractivos. Al fin y al cabo, nosotros somos científicos cognitivos y los modelos PDP nos resultan atractivos por razones psicológicas y computacionales. Estos modelos ofrecen la posibilidad de llegar a darnos una explicación, suficiente desde el punto de vista computacional y precisa desde el punto de vista psicológico, de los mecanismos que hay detrás de los fenómenos del conocimiento humano, los cuales nunca han conseguido explicarse satisfactoriamente mediante formalismos computacionales convencionales. Además, estos modelos han alterado radicalmente nuestra manera de pensar sobre la organización temporal del procesamiento, la naturaleza de la representación y los mecanismos del aprendizaje.

Los modelos de procesamiento distribuido en paralelo son una alternativa a los modelos seriales de la microestructura del conocimiento.

En los últimos años ha habido mucho interés por el aprendizaje dentro de la ciencia cognitiva. Los enfoques computacionales del aprendizaje caen predominantemente dentro de lo que podríamos llamar "la tradición de la formulación de reglas explícitas", de la que constituye una buena muestra el trabajo de Winston (1975), las sugerencias de Chomsky y el modelo ACT* de J. R. Anderson. Todos estos trabajos tienen en común la suposición de que la meta del aprendizaje es formular reglas explícitas (proposiciones, producciones, etc.) capaces de captar poderosas generalizaciones de una manera sucinta. Se trata de mecanismos muy poderosos, que generalmente poseen una cantidad considerable de

conocimiento innato sobre un dominio determinado o un conjunto inicial de representaciones proposicionales primitivas, y que después formulan reglas generales hipotéticas, por ejemplo, comparando casos concretos y formulando generalizaciones explícitas.

El enfoque que adoptamos a la hora de desarrollar los modelos PDP es completamente distinto. En primer lugar, nosotros no partimos de la suposición de que el objetivo del aprendizaje sea la formulación de reglas explícitas. Nosotros partimos de la base de que lo que permite a una red de unidades simples actuar 'como si' conociera unas reglas es la adquisición de fuerzas de conexión. En segundo lugar, no atribuimos al mecanismo de aprendizaje la posesión de potentes capacidades computacionales. Más bien suponemos que existen mecanismos muy sencillos de modulación de las fuerzas de conexión que ajustan la fuerza de las conexiones entre las unidades basándose en información local que se encuentra disponible en las conexiones mismas.

Una vez captada la idea de que el conocimiento se encuentra almacenado en la fuerza de las interconexiones entre las unidades, surge una cuestión, ¿existe algún motivo para que asignemos una unidad a cada patrón que deseemos aprender? Otra posibilidad que exploramos ampliamente en este libro es que el conocimiento relativo a un patrón concreto no se encuentre almacenado en las conexiones de una unidad especial reservada para ese patrón, sino que se encuentre distribuido por entre las conexiones pertenecientes a un gran número de unidades de procesamiento.

[Lo importante es que] se hace hincapié en los patrones de activación del conjunto de unidades y en mecanismos, cuyo objetivo explícito es aprender cuáles son las fuerzas de conexión adecuadas para que los patrones de activación apropiados se activen en las circunstancias apropiadas.

Extracto del texto del capítulo 1 introductorio a los modelos PDP o conexionistas, tomado de su versión castellana, cuya referencia completa es la siguiente:

J.L. McClelland, D. E. Rumelhart y G. E. Hinton (1992). El atractivo del procesamiento distribuido en paralelo. En D. E. Rumelhart, J. L. McClelland, y el grupo PDP *Introducción al procesamiento distribuido en paralelo* (p. 39-79). Madrid: Alianza (edición original, 1986).

En este capítulo podréis encontrar, de manos de los propios padres del invento, una forma amena y didáctica de introducirnos a este fascinante modo de concebir el funcionamiento cognitivo. Y si estáis animados, aparte de leer todo este capítulo, podríais continuar con la lectura de la introducción a la edición castellana del libro, realizada por Juan A. García Madruga. En lo que sigue, trataremos de hacer comprensibles algunas de las ideas centrales vertidas en el extracto anterior.

Esencialmente, podríamos resumir la filosofía de los modelos de procesamiento distribuido en paralelo diciendo que consisten en modelos que se esfuerzan por tomar en cuenta las propiedades del cerebro, que desconfían de la noción de símbolo y que abogan por un tipo de procesamiento distribuido y en paralelo, ejecutado por la actividad de un gran número de unidades puestas en conexión.

Con esta pequeña definición esperamos, primero, que hayáis entendido por qué se identifican estos modelos con el nombre de procesamiento distribuido en paralelo (desde ahora, 'PDP') o también **conexionismo**; y después, que observéis la naturaleza antagónica de los modelos conexionistas con respecto a aquellos otros que tienen su origen en la metáfora del ordenador.

Reflexión

Es oportuno que notéis que la postura de estos modelos es contradictoria con las versiones más tradicionales de la psicología cognitiva, hasta tal punto que muchas de las afirmaciones que hemos hecho a lo largo de este módulo acerca de la naturaleza simbólica de las operaciones mentales quedan puestas seriamente en entredicho.

5.3.1. Propiedades definitorias de los modelos PDP

La metáfora del cerebro

En primer lugar, frente a la 'metáfora del ordenador', los defensores de los modelos PDP proponen la 'metáfora del cerebro'. Los conexionistas consideran que siendo el cerebro **la máquina material real del sistema cognitivo humano**, los modelos cognitivos deben tratar de aproximarse al máximo a sus rasgos característicos. Estiman que es muy importante construir modelos que tengan en cuenta la organización y el funcionamiento de las neuronas, en tanto que unidades reales del procesamiento de la información.

Debido a que en el sistema nervioso sólo encontramos neuronas (en estado de activación o reposo) y conexiones entre neuronas (que pueden ser de naturaleza excitatoria o inhibitoria) los modelos PDP defienden que una psicología realista debe trabajar con conceptos que se hagan cargo de esta peculiaridad. Así, postulan que el vocabulario del conexionista debe estar comprendido por términos que hagan referencia a cosas tales como 'estimulación', 'umbral de activación', 'fuerza de conexión', 'patrón de activación', 'patrón de conexión', etc.

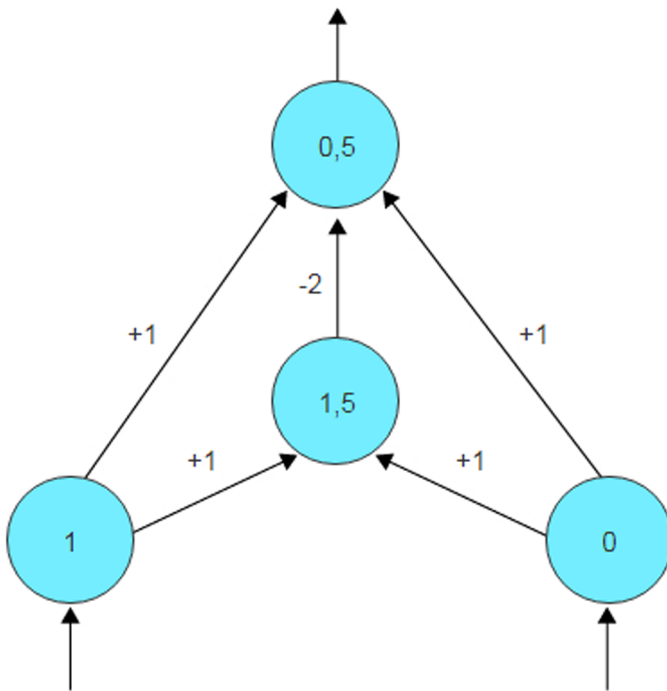
La red conexionista: un soporte flexible para las representaciones PDP

¿Cómo hemos de concebir en sí misma a una red conexionista? De un modo muy esquemático diremos que los elementos constitutivos de la red son las **unidades** y las **conexiones**. Las unidades se diferencian en **unidades de entrada**, **unidades ocultas** y **unidades de salida**.

Además, cada una de las unidades de la red posee un nivel de sensibilidad propio que define su **umbral de activación**. Y las conexiones entre unidades están presididas por una **fuerza, peso o intensidad de asociación**, que puede ser de carácter excitatorio o inhibitorio.

Por otro lado, llamaremos **patrón de activación** al estado de activación global en que se encuentra en un momento dado el sistema, tomando en cuenta la activación del conjunto de todas las unidades; y **patrón de conexión** a la relación total de fuerzas de asociación entre las distintas unidades. El **patrón de activación especifica lo que se está representando en cada momento** y el **patrón de conexión expresa el conocimiento previo de la red**.

Finalmente, es importante reparar en que el **patrón de conexión no es fijo, sino que se modifica en función de la experiencia, dando lugar a evoluciones y cambios en los conocimientos debidos al aprendizaje**.



Naturaleza subsimbólica y distribuida de las representaciones

Como ya habréis advertido, los conceptos manejados por los conexionistas están muy lejos de corresponderse con los utilizados por la psicología cognitiva tradicional. Los modelos de la memoria semántica que hemos estudiado en esta asignatura, por ejemplo, reposan en el concepto de símbolo concreto que está efectivamente almacenado en algún lugar de la memoria. Para el PDP, por el contrario, **el símbolo no se corresponde con ninguna entidad real.**

En opinión de los conexionistas de ningún modo realista podemos afirmar que existan 'imágenes' o 'proposiciones' o 'producciones' o cualesquiera otras formas simbólicas de codificar la información: lo único que hay en el cerebro son **patrones de activación** y **patrones de conexión** que, cuando se ponen en marcha, sitúan al hombre en relación con los objetos de su experiencia. Sólo en este sentido podríamos decir que un patrón de activación determinado guarda información referida al (o que representa el) ambiente en el que el ser humano debe sobrevivir. **Pero en cuanto el patrón desaparece, no queda nada en el sistema que pueda ser identificado como un símbolo codificado en la memoria y allí localizado para su uso posterior.**

Ejemplo

Cuando vemos un objeto y recordamos una propiedad asociada a dicho objeto no es necesario postular, según PDP, ningún tipo de estructura simbólica al estilo de los modelos de redes semánticas como los estudiados en el apartado 3 de este módulo. En los casos más sencillos de reconocimiento de patrones, por ejemplo, las redes conexionistas garantizan que dos propiedades diferentes correspondientes a un objeto (p. ej., color y olor) puedan ser representadas a un mismo tiempo con la sola participación de unas pocas unidades interconectadas. En estos modelos no hay necesidad alguna de formular la

existencia de una red semántica que enlace el objeto perteneciente a la categoría 'limón' con las propiedades 'ser amarillo' y 'oler a azahar'.

Lo que dice PDP es que el **patrón de conexión** establecido en **una sola red conexionista** da lugar a **distintos patrones de actividad** asociados a sus propiedades relacionadas. Así, cuando vemos el dibujo de un limón en blanco y negro, el patrón de conexión que se pone en funcionamiento recoge de un modo automático todas las características que definen al objeto del dibujo. En este caso, objeto, color y aroma estarían representados por el mismo conjunto de unidades de una red conexionista y desaparecerían con la misma rapidez con la que tardara en desactivarse la red. Es importante que observéis que toda la actividad de la red se ha desarrollado sin la necesidad de presumir la existencia de ningún símbolo, cuando en el caso de la red semántica habríamos necesitado poner en relación al menos tres de ellos.

Si no hay símbolos, ¿dónde se guarda la información aprendida por el sistema cognitivo? Desde el punto de vista de los modelos PDP, los conocimientos **son entidades representadas de un modo distribuido por toda la red de conexiones**, no objetos simbólicos distintos guardados en algún lugar de la memoria; **son**, en realidad, la totalidad de excitaciones e inhibiciones de una sola red conexionista tomada en su conjunto. En definitiva, en los modelos PDP el concepto de representación ha perdido su carácter localista y simbólico, para convertirse en una realidad subsimbólica y de naturaleza distribuida.

En una estructura conexionista, ya lo hemos dicho, las diversas representaciones que es capaz de manejar el sistema se encuentran distribuidas por toda la red. Todas las unidades de la red, junto con la fuerza de sus conexiones, están implicadas en los procesos de representación. Y las mismas unidades, sólo que con distintos parámetros de activación, pueden representar un gran número de cosas distintas. Es decir, que una representación particular ni se localiza en un lugar preciso de la red, ni su permanencia en el sistema dura más de lo que persiste el patrón de activación al que corresponde, ya que **los patrones no activados no están en ningún sitio**.

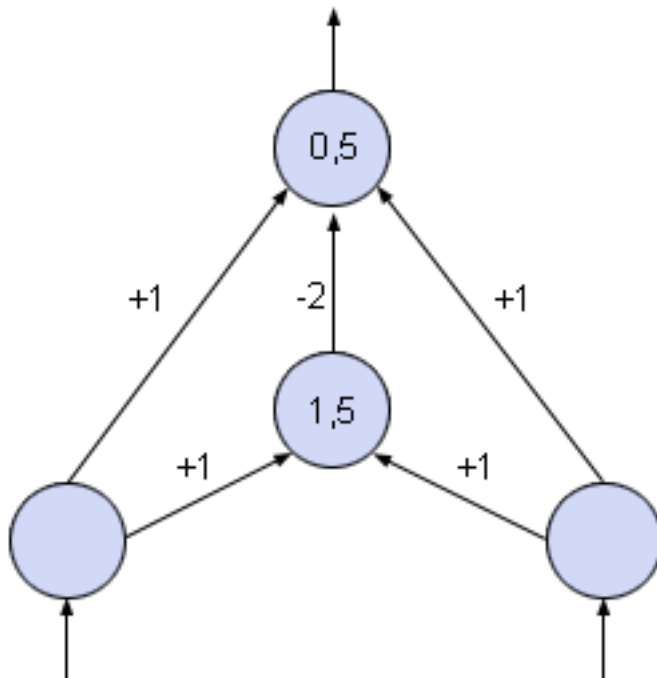
Mecanismo de procesamiento en modelos PDP

En los sistemas conexionistas, junto con el concepto de símbolo también **desaparece el concepto de algoritmo, en tanto que regla explícita de cálculo que sigue una serie (o secuencia) de pasos bien definidos**. Por el contrario, la actividad de las redes conexionistas es **masiva y en paralelo**. Para procesar cualquier tipo de información con un sistema PDP, es preciso que participen **al unísono** todas las unidades que conforman la red.

Una red conexionista no sigue reglas para manipular sus representaciones, sólo trabaja con magnitudes físicas. Aunque pudiera dar la impresión de que el sistema está computando representaciones algorítmicamente, cuando nos fijamos en los resultados de su comportamiento global, a escala interna lo único que está poniéndose en juego es la actividad conjunta de un gran número de unidades que se excitan o se inhiben con una intensidad determinada. En este sentido, los cálculos de las máquinas conexionistas (y no es nada descabellado suponer que el cerebro sea una de ellas), sólo dependen de los valores de activación a partir de los cuales responden cada una de las unidades, y de la fuerza y el sentido de la asociación establecida entre las distintas unidades de la red.

Ejemplo

Fijaos en la red de aquí abajo. Seguro que la reconoceréis, porque es la que hemos utilizado para estudiar los elementos constitutivos, estructurales, de una red conexionista, excepto que no hemos asignado ningún valor a las unidades de entrada. Pues bien, he aquí una de las redes conexionistas más famosas que os podemos presentar: la red capaz de responder correctamente a un problema de lógica, sin ser lógica ella misma, ni sus cálculos algorítmicos.



El asunto estriba en que esta red es capaz de responder correctamente al problema OEX (para los anglófonos: XOR). OEX (o XOR) es la manera que utilizaremos, siguiendo la tradición, para referirnos al operador lógico 'o excluyente', es decir, aquella partícula lógica que establece que la relación entre dos proposiciones es del tipo 'o esto, o aquello, pero no ambas cosas a la vez'.

El caso es que si os habéis fijado en el **patrón de conexiones** configurado por los pesos asociativos de la red, y si habéis entendido los fundamentos del PDP, seréis conscientes de que esta simple red es capaz de comportarse de acuerdo a la regla lógica.

Veréis, se trata de lo siguiente: cada **unidad de entrada** está capacitada para propagar una activación con peso +1 tanto a la **unidad de salida** como a la **unidad oculta**. Sin embargo, la unidad oculta sólo se activará en el caso de que se supere su **umbral** propio que está establecido en 1,5; lo que exige **sumar las conexiones** de las dos unidades de entrada para que este efecto se produzca. **Si las dos unidades de entrada efectivamente se encuentran activadas**, entonces la unidad oculta refuerza el umbral de la unidad de salida con un peso de -2, modificando así su umbral previo que estaba cifrado en 0,5. De este modo, la suma de las conexiones entre las unidades de entrada y la oculta se anularían (1+1-2) y, consiguientemente, el **patrón de actividad** de la red en este caso particular representaría tal estado de cosas.

Si no estuviera ninguna de las dos unidades de entrada activada, obviamente no se produciría ningún efecto de propagación de activación en la red. Y, finalmente, si sólo es una la unidad de entrada activada, el **patrón de actividad** de la red representaría esta tercera posibilidad.

Si nos habéis seguido en la explicación, comprenderéis el significado de esta simple red en relación con el tipo de procesamiento distribuido y paralelo que defienden los modelos conexionistas. Ciertamente, su conducta podría interpretarse **como si** estuviera siguiendo la regla: 'si, y sólo si, una de las unidades de entrada, sea cualquiera de ellas, está activa y la otra no, entonces responde'. Efectivamente, si el comportamiento del sistema estuviera sometido a reglas, tendríamos que postular la existencia de un conjunto de símbolos y de procedimientos efectivos para su manipulación. Pero **la red** sólo parece comportarse

como si estuviera manipulando sus representaciones paso a paso, cuando **lo único que hace es propagar activaciones excitatorias e inhibitorias entre sus unidades.**

Nota bibliográfica: Una explicación más prolija y minuciosa podéis encontrarla en las páginas 211 y siguientes de la versión castellana introductoria al PDP, de donde extrajimos el texto para la lectura.

Muchas más y muy interesantes son las propiedades que definen a los modelos PDP. Y muchos también, y quizá tal vez algo más difíciles, los principios físicos y matemáticos que son necesarios para comprender en toda su hondura la propuesta conexionista. Pero, como primera aproximación al tema, creemos que ya es suficiente con lo expuesto en este apartado.

Resumen

Sólo pronunciando su nombre completo ya captamos las propiedades esenciales de los modelos PDP.

El PDP toma al cerebro, y no al ordenador, como modelo en el que fundar su teoría, por lo que su vocabulario se vuelve subsimbólico.

En los modelos PDP no existen los símbolos, ni los algoritmos, sólo patrones de conexión (que expresan la experiencia adquirida) y patrones de activación (que se corresponden con la actividad producida por el sistema en un momento dado).

Bibliografía

Bibliografía complementaria

- De Vega, M. (1984). *Introducción a la psicología cognitiva* (cap. 5, p. 247-254). Madrid: Alianza.
- García Albea, J. E. (1986). *Percepción y computación*. Madrid: Pirámide.
- García Albea, J. E. (1993). *Mente y conducta*. Madrid: Trotta.
- Gardner, H. (1987). *La nueva ciencia de la mente*. Barcelona: Paidós.
- Lindsay, P. H. y Norman, D. A. (1976). *Introducción a la psicología cognitiva*. Madrid: Tecnos.
- Markman, A. B. (1999). *Knowledge representation*. Mahwah, NJ: LEA.
- McClelland, J. L., Rumelhart, D. E., y Hinton, G. E. (1992). El atractivo del procesamiento distribuido en paralelo. En D. E. Rumelhart, J. L. McClelland, y grupo PDP. *Introducción al procesamiento distribuido en paralelo* (p. 39-79). Madrid: Alianza.
- Perner, J. (1994). *Comprender la mente representacional*. Barcelona: Paidós.
- Pinker, S. (2000). *Cómo funciona la mente*. Barcelona: Destino.
- Pylyshyn, Z. (1988). *Computación y conocimiento*. Madrid: Debate.
- Rivière, A. (1986). *Razonamiento y representación*. Madrid: Siglo XXI.
- Rivière, A. (1991). *Objetos con mente*. Madrid: Alianza.
- Rumelhart, D. E., McClelland, J. L., y grupo PDP (1992). *Introducción al procesamiento distribuido en paralelo*. Madrid: Alianza.
- Sebastián, M. V. (1983). *Lecturas de psicología de la memoria*. Madrid: Alianza.

