

La conceptualización dinámica desde una perspectiva interdisciplinar

RESUMEN:

En el contexto científico actual, toda teoría lingüística debería tratar de cumplir al menos tres requisitos de adecuación explicativa: 1) plausibilidad operativa, 2) plausibilidad psicológica, y 3) plausibilidad neurológica. Este artículo proporciona una aproximación interdisciplinar al paradigma dinamicista del significado léxico para poner de manifiesto su coherencia con las evidencias procedentes de disciplinas científicas cuyo objeto de estudio primario es el sistema cognitivo humano y las estructuras físicas que lo soportan, lo que nos permitirá apreciar la verosimilitud que la conceptualización dinámica manifiesta tanto desde el punto de vista neuropsicológico como neurobiológico.

PALABRAS CLAVE: lingüística cognitiva, significado léxico, conceptualización dinámica, neurociencia cognitiva, sistemas dinámicos, desarrollo.

ABSTRACT:

In the current scientific context, linguistic theories should try to accomplish at least three requirements: 1) operational plausibility, 2) psychological plausibility, and finally 3) neurological plausibility. This paper offers an interdisciplinary approach to the dynamicist paradigm of lexical meaning. Its aim is to show the coherence of this theory with the evidences coming from scientific disciplines where the major objective is to study the human cognitive system and the physical structures that sustain it. This will allow us to appreciate the plausibility that dynamic conceptualisation theory shows both from the standpoint of neuropsychology and neurobiology.

KEYWORDS: cognitive linguistics, lexical meaning, dynamic conceptualisation, cognitive neuroscience, dynamic systems, development.

1. Introducción

Una caracterización completa de la interpretación de los enunciados lingüísticos requiere conciliar la presencia de la estructura percibida en el significado de las unidades léxicas con la enorme variabilidad que ese significado puede presentar en diferentes contextos de uso.

La solución convencional hasta el momento ha consistido en situar la estructura en el plano semántico, y justificar la variabilidad mediante principios pragmáticos. Una solución alternativa es la aproximación dinamicista al proceso de conceptualización, que postula que el significado se conceptualiza *on-line*, es decir, en situaciones reales de uso. Se trata de un modelo teórico que cuestiona seriamente la existencia de representaciones mentales estables para los conceptos¹, es decir, la existencia de una auténtica estructura, al menos en los términos en que viene siendo concebida hasta el momento².

En el ámbito de la lingüística, esta idea fue sugerida por primera vez por Moore y Carling³, y actualmente goza de considerable aceptación entre lingüistas cognitivos, como puede

1 Smith, Linda B. y Samuelson, Larissa K.: «Perceiving and remembering: category stability, variability, and development», *Knowledge, concepts and categories*, Koen Lamberts y David Shanks, eds., Hove, Psychology Press, 1997, págs. 161-195.

2 Croft, William: «Linguistic evidence and mental representations», *Cognitive Linguistics*, 9-2, 1998, págs. 151-173, ofrece una exposición detallada de los modelos básicos de representación mental del conocimiento léxico y gramatical que manejan las diversas teorías lingüísticas.

3 Moore, Terence y Carling, Christine: *Understanding language: towards a post-Chomskyan linguistics*, Londres, Macmillan, 1982.

4 Croft, William: *Explaining language change: an evolutionary approach*, Londres, Longman, 2000.

observarse en el conjunto de la obra de George Lakoff, Eve Sweetser o en Croft sobre el cambio lingüístico⁴.

La explicación dinamicista asume que, si bien las expresiones lingüísticas constituyen un componente fundamental en la conceptualización del significado, es necesario tomar en cuenta también conocimientos no lingüísticos para comprender por qué una misma forma léxica manifiesta diferentes sentidos en diferentes marcos enunciativos. Esto supone renunciar al carácter inmanente de la disciplina lingüística para contemplar el léxico como una puerta de acceso directo al *conocimiento conceptual*, lo que difumina los límites entre el conocimiento léxico y el conocimiento enciclopédico, es decir, entre semántica y pragmática.

Para Croft y Cruse⁵, cada elemento léxico está asociado a un cuerpo de contenido conceptual que denominan *significación*, y que no corresponde a ninguna interpretación específica. Estos autores señalan que no debe concebirse la significación de una palabra como una diversidad de significados conceptualizados, es decir, como una especie de catálogo de interpretaciones posibles que cada elemento léxico podría desplegar en diferentes usos. E insisten en que tampoco puede explicarse como un significado abstracto o superordinado que se hace específico cuando se da en un contexto determinado. En sus propias palabras:

Las interpretaciones no son especificaciones contextuales de significaciones, sino que son transformaciones. En cierta medida, la significación es función de haber experimentado previamente la aparición (conceptualizada) de la palabra en determinadas situaciones. Como tal, está en continuo desarrollo, puesto que cada vez que se usa una determinada palabra, se modifica también en cierta medida su significación.

⁵ Croft, William y Cruse, D. Alan: *Lingüística cognitiva*, Madrid, Akal, 2008, págs. 138-139.

Esta postura resulta por tanto incompatible con lo que Croft denomina el modelo pragmático (*the pragmatic model*) de representación del conocimiento lingüístico, según el cual el significado de una unidad léxica representada en la mente del hablante [a/U], quedaría descrito mediante la recopilación de los diferentes sentidos con que esa unidad puede manifestarse en distintos usos, a saber: (a/U1), (a/U2)...(a/Un). Estos sentidos serían derivados mediante reglas pragmáticas sensibles al contexto e independientes de la gramática⁶.

Sin embargo, tal y como señala Sandra⁷, “contrary to what is commonly believed, linguists have a very minor role to play when issues of mental representation are at stake, i.e., there is no way for them to know what representations of language are found in the mind”. En efecto, aunque la lingüística cognitiva parte de la hipótesis de que el lenguaje no puede ser aislado de la cognición y que, por lo tanto, el objeto de su estudio es el hallazgo de sus soportes cognitivos, lo cierto es que los lingüistas carecemos en general de la formación en las técnicas experimentales que los psicolingüistas y psicólogos utilizan para afrontar las cuestiones relativas a su representación, almacenaje y procesamiento. Es por tanto necesario acudir a los modelos que estas disciplinas afines nos proporcionan sobre los procesos de conceptualización para no realizar afirmaciones en nuestro campo que resulten incongruentes con evidencias empíricas procedentes de otros ámbitos científicos.

Siguiendo a Lamb⁸, creemos que una teoría del lenguaje que actualmente pretenda exhibir adecuación explicativa ha de cumplir al menos tres requisitos:

6 Croft W., «Linguistic...», p.154.

7 Sandra, Dominiek: «What linguists can and can't tell you about the human mind: A reply to Croft», *Cognitive Linguistics*, 9-4, 1998, p. 361.

8 Lamb, Sydney: *Pathways of the Brain. The neurocognitive basis of language*, Amsterdam, John Benjamins, 1999, p. 293.

(1) the requirement of operational plausibility — the theory has to provide a plausible account of how the linguistic system it proposes can be put into operation in real time to produce and understand speech; (2) that of developmental plausibility — the theory needs to be amenable to a plausible account of how the linguistic system it proposes can be learned by children. (3) And now we come to the third requirement: neurological plausibility. A successful theory has to be compatible with what is known about the brain from neurology and from cognitive neuroscience.

Si postulamos que no existe en nuestra mente una representación estable del significado de las unidades léxicas (y, por tanto, tampoco sentidos derivados, ya que no hay una unidad de significado primitiva y más abarcadora a partir de la cual especificarlos) habremos de ver si existe alguna explicación de los procesos de conceptualización en el ser humano que sustente esta afirmación. En relación con la hipótesis dinamicista del significado, tenemos modelos explicativos de estos procesos procedentes del ámbito de la psicología del desarrollo que han sido elaborados, además, con la ambición de resultar neurobiológica y neuropsicológicamente verosímiles. Aunque no son modelos específicamente lingüísticos, todo lingüista debería conocerlos por lo que pueden aportar a su comprensión de los principios organizativos y de procesamiento de la mente humana, puesto que tales principios cognitivos han de operar también en el lenguaje.

En este artículo examinaremos por tanto una serie de aportaciones procedentes del ámbito de la psicología y la neurociencia cognitiva que actúan como evidencias (directas o indirectas) en apoyo a la explicación dinamicista de los procesos de conceptualización. Esto nos proporcionará una visión interdisciplinar integrada del fenómeno y nos permitirá apreciar la verosimilitud que la conceptualización dinámica manifiesta tanto desde el punto de vista neuropsicológico como neurobiológico.

2. Lo que la neurociencia cognitiva tiene que decir sobre la conceptualización

Todas las actividades que las mentes humanas son capaces de llevar a cabo emergen en última instancia de la interacción de un organismo físico con un entorno material y sociocultural. La neurociencia nos enseña que el encéfalo no se limita a registrar impresiones del mundo externo sino que, durante su procesamiento, les confiere una estructura. Los diferentes modos en que un organismo interactúa con el medio son procesados en paralelo por diferentes sistemas sensoriales. De esta manera, los receptores nerviosos especializados, que responden a un tipo concreto de energía estimular según el sistema sensorial del que forman parte, captan el estímulo y analizan su información, traduciéndola a energía electroquímica susceptible de ser representada en forma de patrones de activación neural en regiones específicas del córtex⁹. Lo que nos interesa señalar, por tanto, es que la percepción es un proceso constructivo que no sólo depende de la información intrínseca que proporciona el estímulo, sino muy especialmente de la estructura neurobiológica del organismo encargado de su procesamiento y categorización.

La categorización se entiende aquí como la capacidad cognitiva que nos permite reconocer que ciertos objetos, entes y sucesos del mundo son equivalentes sin necesidad de ser idénticos, es decir, nos permite reducir el nivel de detalle de los estímulos sensoriales a proporciones manejables, de modo que podamos llevar a cabo un procesamiento eficiente de los mismos, en el sentido de que tal procesamiento nos permite desenvolvernarnos en el entorno de manera adaptativa¹⁰.

9 Cardinali, Daniel P.: *Neurociencia aplicada. Sus fundamentos*, Buenos Aires, Editorial Médica Panamericana, 2007.

10 Rosch, Eleanor y Lloyd, Barbara B. (eds.): *Cognition and Categorization*, New Jersey, Lawrence Erlbaum Associates, 1978.

Sin embargo, en un sentido más elemental, la categorización se encuentra ya presente a nivel neurológico. En efecto, categorizamos (reducimos la especificidad informativa de los estímulos que procesamos) porque somos seres neurales. Explicaremos esto: un cerebro humano contiene unos cien billones de neuronas y unos cien trillones de vías de conexión sináptica. A pesar de la superioridad del número de vías de conexión, tanto las conexiones que las neuronas individuales establecen entre sí, como las establecidas entre grupos neurales son tan profundas que, forzosamente, las señales procedentes de varias neuronas tienen que transmitirse agrupadas a través de la misma fibra nerviosa. Por ejemplo, en el sistema visual humano cada retina consta de unos cien millones de fotorreceptores, pero las señales procedentes de cada una de estas células fotosensibles tendrán que pasar agrupadas de algún modo a través del millón de fibras nerviosas de que se compone el nervio óptico. Esto significa que la complejidad de las señales recibidas se ve reducida, sólo en esta primera fase de procesamiento, en un factor de cien. En otras palabras: la información que transmite cada una de las fibras nerviosas del nervio óptico es ya una categorización (una abstracción, una reducción de la especificidad informativa) de la información procedente de cien fotorreceptores¹¹.

Y antes que la neurociencia, ya la psicofísica se había ocupado en poner de manifiesto el hecho de que nuestras percepciones sensoriales no son registros directos del mundo real, sino que se construyen internamente según constricciones innatas de nuestro sistema nervioso: son abstracciones, no réplicas. Así, lo que captan nuestros receptores sensoriales periféricos son ondas electromagnéticas de distintas frecuencias, variaciones en la presión del aire, o componentes químicos disueltos en el ambiente o los alimentos. Pero la experiencia fenomenológica que los seres humanos experimentamos es la de percibir temperatura y textura de las superficies, color, sonido, aroma y sabor.

11 Cardinali, D., *Neurociencia...*, págs. 141-171.

En otras palabras: los conceptos que manejamos, las imágenes mentales multimodales que nos permiten clasificar en categorías las cosas del mundo que percibimos, tienen su origen en la experiencia física y sensorial de nuestros cuerpos (consideramos el cerebro como una parte del cuerpo). Esto equivale a decir que nuestra vida mental toma sus primitivos de nuestra vida física, en definitiva, que la cognición tiene un arraigo corpóreo, lo que Van Gelder¹² denomina *embeddedness*:

Natural cognition (...) [is] embedded three times over: in a nervous system, in a body, and in an environment. Any account of cognition must eventually explain how is that cognition relates to that which grounds and surrounds it.

En efecto, sabemos actualmente que el sistema conceptual humano utiliza en su activación amplias áreas del sistema sensoriomotriz¹³. Lo anterior equivale a decir que los mecanismos neurales implicados en la percepción y el movimiento lo están también en la conceptualización y el razonamiento. Los conceptos que manejamos se construyen partir de un proceso perceptivo multimodal en el que el movimiento autogenerado (las acciones que el individuo lleva a cabo en su exploración del entorno) se concibe también como un tipo de percepción.

De hecho, el movimiento sería la facultad perceptiva fundamental, puesto que andamia todas las demás, posibilitando

12 Van Gelder, Timothy: «The Dynamical Hypothesis in Cognitive Science», *Behavioral and Brain Sciences* 21, págs. 615-665, disponible en <http://sites.google.com/site/timvangelder/>

13 Cf. Fuster, Joaquín M.: *Cortex and Mind. Unifying Cognition*, Nueva York, Oxford University Press, 2003; cf. también Simmons, W. Kyle; Martin, Alex Barsalou, Lawrence W.: «Pictures of Appetizing Foods Activate Gustatory Cortices for Taste and Reward», *Cerebral Cortex* 15, 2005, págs. 1602-1608; y Simmons, W. Kyle; Ramjee, Vimal; Beauchamp, Michael S.; McRae, Ken; Martin, Alex y Barsalou, Lawrence W.: «A common neural substrate for perceiving and knowing about color», *Neuropsychologia* 45, 2007, págs. 2802-2810.

su refinamiento¹⁴. A medida que el individuo acumula experiencia interactiva en el medio, puede refinar movimientos ya conocidos y adquirir secuencias motoras que le permitirán manejar nuevos objetos con precisión lo que, a su vez, producirá una mejora en la capacidad de exploración perceptiva en cualquier otra modalidad (visual, háptica, olfativa, gustativa...). De este modo, rasgos perceptivos y patrones motores de interacción constituyen cualidades que entran a formar parte del concepto que el individuo se encuentra en proceso de generar, en igualdad de condiciones. Así, por ejemplo, el concepto TAZA¹⁵ incluirá tanto rasgos visuales y hápticos para la forma, el volumen y peso aproximados, como programas motores para la interacción con tazas. Estudios recientes en el campo de la neurociencia han mostrado que la activación (por vía visual o lingüística) de las redes conceptuales que representan el conocimiento de herramientas que nos resultan familiares provoca la activación simultánea del área premotora del córtex frontal (en que "reside" el conocimiento de los patrones motores necesarios para su manejo), poniendo de manifiesto que nuestros conceptos se encuentran ampliamente distribuidos entre diversas áreas interconectadas del córtex motor y sensorial¹⁶. Es decir, que la experiencia motora del individuo constituye una parte fundamental de los circuitos neurales en que se instancian los conceptos humanos, los cuales

14 Thelen, Esther y Smith, Linda B.: *A Dynamic Systems Approach to the Development of Cognition and Action*, MIT Press, 2002, [1994].

15 El uso de las minúsculas en cursiva para representar la forma de la palabra y de las mayúsculas para representar el concepto que subyace al significado de la misma sigue la notación propuesta por Fillmore, Charles J.: «Frame semantics», The Linguistic Society of Korea, ed., *Linguistics in the morning calm*, Seoul, Hanshin, 1982, págs. 111-137.

16 Grafton, Scott T.; Fadiga, Luciano; Arbib, Michael A. y Rizzolatti, Giacomo: «Premotor cortex activation during observation and naming of familiar tools», *Neuroimage* 6, 1997, pp. 231-236.

nos permiten categorizar e interpretar las acciones que vemos ejecutar a nuestros congéneres¹⁷.

En esta misma línea, que señala que los conceptos se asientan sobre circuitos neurales distribuidos entre las áreas corticales implicadas en la percepción y la acción, se encuentra el estudio de Simmons, Martin, y Barsalou¹⁸. Estos autores comprobaron experimentalmente que el conocimiento sobre diferentes alimentos consiste en patrones de activación distribuidos entre áreas corticales de modalidades perceptivas específicas interconectadas a nivel neural. De este modo, encontraron que el procesamiento visual de imágenes de comida daba lugar a la activación de áreas corticales no solo visuales sino también gustativas, y que esta activación de las áreas gustativas se producía también cuando el sujeto procesaba palabras cuyo contenido semántico se refería al sabor. En otras palabras: a escala neural, nuestros conceptos son patrones de reverberación anclados en procesamientos perceptivos de modalidades sensoriales específicas. La activación de alguno de los rasgos componentes del patrón en alguna de estas modalidades da lugar a la activación del conocimiento conceptual en su totalidad.

Todo lo anterior significa que percepción, acción y cognición comparten en gran medida un mismo sustrato neural. Como hemos señalado arriba, las dos primeras se encuentran entretejidas en un bucle en el que los avances experimentados en las capacidades perceptivas están directamente relacionados con la mejora de las habilidades motoras (y viceversa). Si hacemos confluir esta evidencia con el hecho de que las áreas corticales responsables de la percepción y el movimiento se solapan ampliamente con las áreas en que “reside” nuestro

17 Järveläinen, Juha, Schuermann, Martin y Hari, Riitta: “Activation of the human primary motor cortex during observation of tool use”, en *Neuroimage* 23 (1), 2004, pp.187-192.

18 Simmons, W.K.; Martin, A. y Barsalou, L. W.: «Pictures...», p.1602.

conocimiento conceptual, resultaría esperable que tales avances motores y perceptivos se reflejasen también directamente en el grado de desarrollo de algún tipo de habilidad cognitiva. Y, en efecto, se ha comprobado mediante estudios experimentales llevados a cabo en niños con déficits motores o visuales que el desarrollo cognitivo referido a la comprensión del espacio (capacidad de razonamiento espacial) evoluciona en función de la capacidad motora para desplazarse y explorar el entorno autónomamente¹⁹.

La idea de que el lenguaje, como facultad cognitiva que es, se encuentra determinado en su estructura por una arquitectura neurológica en la que los sistemas perceptivos, motores y cognitivos comparten un mismo sustrato, es el resultado del traslado de las anteriores evidencias al ámbito de la lingüística cognitiva, y ha sido convincentemente defendida en la obra de Lakoff y Johnson²⁰: el término *proyección corporal* hace referencia al modo en que nuestros cuerpos y las acciones que nos permiten realizar ejercen una influencia determinante sobre la instanciación neurológica de nuestras estructuras conceptuales, y a que esto se refleja en el lenguaje. Estos autores señalan que el hecho de vivir en un mundo sometido a leyes físicas con el cuerpo que tenemos es la causa de que no podamos evitar utilizar una serie de características fisiológicas básicas no sólo para situarnos y orientarnos nosotros mismos en el espacio, sino también para definir las interacciones que llevamos a cabo con otros seres y objetos, así como para describir las relaciones que observamos

19 Cf. Berthenthal, Benneth I. y Campos, Joseph J.: «A systems approach to the organizing effects of self-produced locomotion during infancy», Rovee-Collier, Carolyn y Lipsitt, Lewis P., eds., *Advances in infancy research*, Vol. 6, Norwood, NJ: Ablex, 1990, págs. 1-60; y Bigelow, Ann: «Locomotion and search behavior in blind infants», *Infant Behavior and Development* 15, págs. 179-189.

20 Lakoff, George y Johnson, Mark: *Philosophy in the Flesh. The Embodied Mind and its Challenge to Western Thought*, New York, Basic Books, 1999.

entre seres y objetos externos a nosotros (en otras palabras: para desarrollar y verbalizar razonamientos espaciales). En definitiva, sostienen que proyectamos una serie de esquemas corporales básicos sobre la realidad, y los utilizamos como si fueran características espaciales fundamentales del mundo externo.

3. Un modelo neuropsicológicamente verosímil del proceso de conceptualización humano

3.1. La lógica selectiva en la génesis del sistema neural

En el epígrafe anterior hemos señalado que la neuroanatomía y la fisiología que nos caracterizan como organismos humanos constriñen el modo en que percibimos y conceptualizamos la realidad. Sin embargo, es preciso señalar que este hecho no supone negar la existencia de variabilidad individual en el seno de nuestra especie: el mapeado cortical (la base de nuestra vida psíquica), aunque genéricamente similar en todos los seres humanos, presenta una interconectividad neural exclusiva en cada individuo.

Actualmente, la neurobiología nos enseña que las claves moleculares que especifican el desarrollo nervioso de las conexiones neuronales que posibilitan la formación de los diferentes sistemas perceptivos no programan determinantemente todas las fases de su desarrollo. El modo en que la experiencia sensorial del individuo en el medio influye en el desarrollo de estas conexiones nerviosas puede sintetizarse trazando un paralelismo con un programa de tres etapas, donde los datos genéticamente programados son sólo determinantes en las dos primeras, a saber: 1) En la selección de una neurona de una vía específica para el crecimiento de su axón, y 2) en la selección subsiguiente de una región de destino en el sistema nervioso para el axón. Sin embargo, una vez que el axón alcanza ese destino, el emparejamiento que lleve a cabo a continuación con otros grupos neurales dependerá de mecanismos guiados

por la actividad y la experiencia del individuo. Así, por ejemplo, en el sistema visual, las claves moleculares codifican el crecimiento de los axones de las células ganglionares de la retina hacia el nervio óptico y, de ahí, a su región de destino: el núcleo geniculado lateral. Ahora bien, una vez que los axones alcanzan ese destino, las conexiones posteriores que establecen con otros grupos neurales del córtex visual dependen de la actividad perceptiva del individuo²¹. Esta es la causa de que los mapas corticales, aunque poseen una estructura genéricamente similar, común a todos los miembros de la especie, acaben por diferir sistemáticamente de un individuo a otro en un modo que refleja su utilización.

Si integramos lo anterior con el hecho de que los conceptos humanos encuentran su correlato neurológico en la activación de patrones neurales que implican las áreas corticales sensoriomotrices, inevitablemente llegaremos a la conclusión de que los conceptos que manejamos no son una especie de producto innato de la codificación genética, sino que se construyen de acuerdo a unos sesgos biológicos innatos (esos sí genéticamente codificados) que constriñen la arquitectura nerviosa del organismo parcialmente, y que mueven a ese organismo a explorar el ambiente e interactuar con él. En otras palabras: los conceptos son el producto dinámico del desarrollo de un organismo humano (es decir, emergen de un proceso extendido en el tiempo) y, por tanto, exhiben un triple arraigo: 1) en el sistema nervioso en el que se implementan, 2) en la experiencia sensible corpórea a partir de la cual se generan, y 3) en el entorno físico y sociocultural en que tiene lugar tal experiencia. Son dinámicos en virtud de la plasticidad de la arquitectura nerviosa del córtex humano, capaz de registrar los cambios locales que constantemente se producen en el entorno en que ese organismo despliega su experiencia interactiva. En

21 Kandel, Eric R.; Schwartz, James H. y Jessel, Thomas M.: *Neurociencia y conducta*, Madrid, Prentice Hall, 2003[1997], págs. 501-516.

esta experiencia localmente situada, hay muchas cosas que se repiten (la mayoría) y otras que cambian, generando rasgos que son susceptibles de incorporarse a los conceptos que ya habían alcanzado cierto grado de estabilidad. Por lo mismo, los conceptos no dejan de modificarse (de enriquecerse) mientras dura la vida del individuo. Pero el cambio es tan constante y sutil que no percibimos que ocurra, de modo que lo que son momentos de estabilidad transitoria se nos manifiestan como una estructura estable de categorías.

Una consecuencia directa de lo anterior es que nuestros conceptos son *autoorganizados*: al no estar programados de manera cerrada, el orden neural en que se instancian emerge por selección evolutiva a lo largo del proceso de desarrollo del organismo individual en respuesta a las estimulaciones y exigencias adaptativas del medio²². Como decíamos, esta capacidad de registrar ininterrumpidamente la dinámica local de la experiencia concreta individual que tiene el encéfalo humano es lo que posibilita la existencia de variación entre los sistemas cognitivos de diferentes miembros de la especie. En otras palabras, los patrones de respuesta del sistema nervioso dependen de la historia individual porque se seleccionan a través de las interacciones de ese organismo individual en el mundo. Por ese motivo, los conceptos que maneja tal organismo no pueden tener una significación independiente del proceso físico en que están implementados²³.

Lo que acabamos de exponer en el párrafo anterior es la tesis básica del *darwinismo neural*²⁴, que no es sino la aplicación de la lógica evolutiva del darwinismo a la génesis y evolución

22 Edelman, Gerald M.: *Neural Darwinism. The Theory of Neural Group Selection*, New York, Basic Books, 1987.

23 Edelman, Gerald M.: *Bright Air, Brilliant Fire. On the Matter of the Mind*, New York, Basic Books, 1992, p.226.

24 Edelman, G.: *Neural...*, 1987.

del sistema neurológico. La idea fundamental que Darwin²⁵ introdujo en el pensamiento biológico es que los seres vivos que actualmente agrupamos en *phylums* se han formado por un proceso de selección a partir de la producción de grandes poblaciones de unidades vivientes, sometidas a procesos de mutación y adaptación. Es decir: de entre todas las mutaciones producidas, sólo se estabilizaron aquellas que demostraron tener mayor eficacia adaptativa, que son las que supuestamente vemos ahora. Los requisitos generales que ha de cumplir toda teoría selectiva son, por tanto, los siguientes:

1. La existencia de una fuente de diversificación que conduzca a variantes en las poblaciones de vivientes.
2. Medios para que se produzca un encuentro efectivo de esas poblaciones de vivientes con un entorno independiente.
3. Medios para que se produzca una amplificación diferencial de las variantes que presentan mayor eficacia adaptativa en ese entorno.

Partiendo de este paradigma explicativo, la Teoría de Selección de Grupos Neurales²⁶ sostiene que el sistema neural humano, así como los procesos que soporta (percepción, acción, categorización, memoria, razonamiento y conducta), se han generado filogenéticamente siguiendo una lógica evolutiva de tipo selectivo, y que esto necesariamente se refleja en el desarrollo ontogenético de cada uno de los miembros de la especie.

Así, la TNGS proporciona una explicación de las siguientes cuestiones:

1. El modo en que la anatomía del cerebro se establece primariamente durante el desarrollo.

²⁵ Darwin, Charles: *El origen de las especies*, 1859, traducción de Antonio de Zulueta (1972) recuperado de Feedbooks.com el 18 de abril de 2011.

²⁶ A partir de ahora utilizaremos sus siglas en inglés TNGS (*Theory of Neural Group Selection*).

2. El modo en que los patrones neurales son seleccionados por medio de la experiencia individual en el medio.

3. El modo en que el proceso de interconexión entre esos patrones produce importantes funciones conductuales (entre ellas la categorización estimular capaz de desencadenar respuestas adaptadas de manera estable ante las señales del entorno)²⁷.

Antes de comentar brevemente cada uno de los puntos anteriores, es necesario señalar que en la TNGS lo que resulta seleccionado no son unidades vivientes aisladas (neuronas), sino grupos neurales. Es decir, que las unidades constitutivas de los patrones neurales²⁸ (*neural patterns*), son grupos de neuronas que pueden llegar a formar un todo funcional de hasta mil unidades. En otras palabras, los patrones neurales son *estructuras de grupos* y, por tanto, sistemas redundantes, lo que asegura la pervivencia de su funcionalidad, frente a la posible degeneración de las neuronas aisladas.

27 En correlación con los requisitos generales expuestos arriba, en este punto deberíamos hablar de herencia. Sin embargo, será un tema que no abordaremos porque nos desvía de nuestros objetivos. Edelman se ocupa de exponer el fundamento embriológico de su teoría de la mente en su obra *Topobiology* (1988), en la que explica cómo se produce la selección de estrategias biológicas para transmitir el orden adaptativo alcanzado a la descendencia. La embriogénesis sigue también una lógica seleccionada evolutivamente. Las estrategias embriogénicas son topobiológicas y rigen la morfogénesis del individuo perteneciente a una especie. Que una estrategia sea topobiológica significa que lo seleccionado para regir el proceso morfogenético individual es la actuación diferencial de los genes siempre en función del *topos*, es decir, del lugar que ocupen las células en el organismo. Según Edelman, la diversidad de conexiones en las redes neurales a escala individual resulta inevitablemente de la naturaleza dinámica de los eventos topobiológicos. Por tanto, la estrategia topobiológica evolutivamente seleccionada para una especie es lo que produce la fijeza e identidad de esa especie, pero es también lo que produce la variabilidad individual. Y esta existencia de diversidad en el nivel individual, como hemos visto, es una de las características más importantes de la morfología que produce la mente.

28 El concepto recibe en español varias denominaciones, entre ellas *redes, cánones o engramas*. Cf. Monserrat, Javier: «Gerald M. Edelman y su antropología neurológica. Presentación y discusión de su teoría de la mente», *Pensamiento: Revista de investigación e información filosófica*, 62 (234), 2006, págs. 441-470.

En relación con el primer punto, Edelman²⁹ explica que los grupos neurales primarios se establecen durante las primeras etapas de desarrollo del encéfalo. Sin embargo, como hemos comentado, el código genético no especifica en su totalidad cuál será el diagrama final de conexiones del mapeado cortical individual, porque hay una parte muy importante del mismo que depende de la actividad del organismo. A esto Edelman añade que, incluso antes de que se desencadene la conducta postnatal, existe ya una variabilidad en el nivel individual que depende de una serie de eventos mecanoquímicos regulados por la célula y por el sustrato de moléculas adhesivas que gobiernan la división, movimiento, muerte y diferenciación celular (CAMs y SAMs), de manera que individuos genéticamente idénticos desarrollarán ya probablemente en esta etapa repertorios de grupos neurales primarios sutilmente diferentes.

Este repertorio primario de grupos neurales establecido durante la primera etapa del desarrollo embriogénico se verá sometido a modificaciones originadas por la conducta postnatal del individuo. Las modificaciones consistirán en cambios en la fuerza de las conexiones sinápticas primariamente establecidas, así como en la creación de nuevas conexiones entre grupos neurales. De este modo, el repertorio primario de grupos neurales conduce a un repertorio secundario, constituido por estructuras de grupos neurales interconectados entre sí, que han sido seleccionadas en virtud del éxito adaptativo de la conducta del individuo en el entorno³⁰. Estas estructuras serían el correlato neurológico de los patrones motores y perceptivos básicos.

Finalmente, existiría una tercera etapa consistente en la generación de correlaciones temporales coherentes entre la activación de los diferentes patrones básicos perceptivos y motores. Tal correlación se consigue mediante una interconexión

29 Edelman, G.: *Neural...*, págs. 105-139.

30 *Idem*, págs. 178-206.

recíproca y redundante (*reentrant*) entre los patrones, y su objetivo es ligarlos de manera estable, en respuesta a las señales multimodales del mundo real³¹.

De este modo, Edelman proporciona una explicación (sólidamente fundamentada en las evidencias neurológicas y biológico-evolutivas³²) del modo en que se generan los conceptos humanos, los cuales constituyen la base de nuestra capacidad de categorizar, es decir, de identificar los *conglomerados perceptivos multimodales* que experimentamos como pertenecientes a una clase de cosas u otra. El entorno no se encuentra categorizado previamente en modo alguno. Por el contrario, ocurre que, a través del proceso perceptivo e interactivo del individuo en el medio, las conexiones entre los grupos neurales que se activan en correspondencia con los diferentes aspectos sensoriomotores de la interacción que el sujeto esté llevando a cabo, quedarán fuertemente establecidas, seleccionadas. De esta manera, los grupos neurales del repertorio secundario quedarán establemente interconectados de manera reentrante, es decir, se convertirán en un patrón neural de activación (un mapa, un engrama, una red). En otras palabras, en el equivalente neurológico de un concepto.

31 *Idem*, págs. 209-270.

32 La postura de Edelman en relación con lo que constituye o no una explicación científica de los fenómenos observables es clara: la ciencia busca explicar hechos reales por medio de otras circunstancias constatables en el sistema natural. Por tanto, no es posible explicar la mente humana ni los procesos y funciones que soporta (como la categorización, por ejemplo) sino situándola en su contexto natural, que es biológico. En palabras de Monserrat (2006: 446-447): "ciencia es conocer los fenómenos buscando sus causas en otros hechos y procesos reales por medio de las evidencias empíricas y la experimentación. La mente se produce en la biología humana y su hardware es biológico-neurológico. Por tanto, sólo conociéndolo (...) podremos hacer conjeturas sobre (...) sus modos funcionales. (...) una teoría de la mente al margen de cuanto el método científico impone como esencial, es una especulación no científica que no garantiza decirnos qué es realmente la mente humana".

3.2. *La explicación dinamicista del origen conceptual*

La neurobiología nos proporciona, por tanto, una explicación científica integrada de las bases que soportan el proceso de génesis conceptual a nivel neurológico y llama nuestra atención sobre la dinamicidad de los conceptos humanos, en virtud de la plasticidad de la arquitectura nerviosa en que se implementan (capaz de registrar los cambios constantes que se producen en la experiencia interactiva de un organismo vivo). Una experiencia que es constante y sin fisuras, sin estados finales (salvo la muerte), ni compartimentos estancos, por lo que adopta la forma de un proceso (algo por naturaleza dinámico), de una transición interminable entre los estados continuamente cambiantes del organismo, en su interacción con un entorno también cambiante³³.

Tomando en consideración todo lo anterior, Thelen y Smith³⁴, en el ámbito de la psicología del desarrollo, han elaborado un modelo teórico que proporciona una nueva interpretación del modo en que acontece la conceptualización en el plano cognitivo a escala ontogenética. Para ello, han hecho confluír la TNGS con la Teoría de Sistemas Dinámicos³⁵, rama de la matemática pura que pretende explicar cualquier tipo de cambio que se produzca en un sistema, pero que centra su atención en los sistemas regidos por ecuaciones diferenciales no lineales sin solución. Es decir, sistemas en los que no es posible especificar qué comportamientos concretos van a producirse a lo largo del tiempo. El organismo humano en proceso de desarrollo sería uno de tales sistemas. Lo que nos permite la DST es comprender el proceso de cambio en sí mismo (en nuestro caso, cómo se generan los conceptos y por qué se modifican a lo largo de la vida del individuo).

33 Damasio, Antonio R.: *El error de Descartes. La emoción, la razón y el cerebro humano*, Barcelona, Crítica, 2003 [1994], p. 90.

34 Thelen, E. y Smith, L. B.: *Dynamic...*, 2002.

35 A partir de ahora utilizaremos sus siglas en inglés DST (Dynamical Systems Theory).

El proceso de desarrollo de un organismo humano consiste, como acabamos de señalar, en un flujo ininterrumpido de estados diversos dependientes no sólo de variables internas, sino de las fluctuaciones que se producen en el entorno en que tal organismo se encuentra situado. Por tanto, nos hallamos ante un sistema de tal complejidad, en cuyo comportamiento hay tantas variables implicadas, que es imposible predeterminar los estados por los que atravesará. Un proceso dinámico, por definición, no se puede aquietar. Los intentos explicativos que conciben el desarrollo cognitivo como una carretera asfaltada de trayectoria y márgenes bien delimitados, lo privan de su característica más idiosincrásica.

En relación directa con lo anterior, más arriba hacíamos referencia a la existencia de estudios experimentales llevados a cabo en niños con déficits motores o visuales de algún tipo³⁶. Tales estudios ponían de manifiesto que la capacidad de razonamiento espacial evolucionaba en estos niños en función de la capacidad motora para desplazarse y explorar el entorno autónomamente. En concreto, Bigelow realiza una reveladora observación acerca de la inversión de la prioridad entre desarrollo motor y comprensión del espacio en niños ciegos: estos niños, al no disponer de las bases visuales necesarias para comprender el espacio externo, tienen que sustituirlas por un tipo de exploración principalmente háptica y auditiva, lo que ralentiza la evolución motora durante las primeras fases del desarrollo. En efecto, a pesar de no tener ningún impedimento motor, los niños ciegos comienzan a gatear y caminar sensiblemente más tarde que los niños sin déficit visual. Este hecho pone de manifiesto que, más que ante un programa rígido de desarrollo, estamos ante un sistema dinámico que se adapta globalmente. Cuando todas las facultades perceptivas funcionan con normalidad, las estructuras visuales parecen ser claves para la comprensión del espacio. Sin

³⁶ Berthenthal, B. y Campos J.: «*Systems...*», 1990 y Bigelow, A.: «*Locomotion...*», 1992.

embargo, si esto no sucede así, como en el caso de los niños ciegos, el patrón global de desarrollo se modifica en función del cambio producido, invirtiendo la prioridad de las variables implicadas: de este modo, si las claves visuales han de ser sustituidas por percepciones hápticas y auditivas, esto se reflejará a su vez en una reorganización del patrón de desarrollo del organismo, por ejemplo, en el retraso del movimiento autogenerado.

En palabras de Thelen y Smith: "The central tenet of dynamic systems is that order, discontinuities, and new forms emerge precisely from the complex interactions of many heterogeneous forces³⁷". Este matiz es importante porque nos permite comprender el desarrollo no como la instanciación progresiva de programas genéticamente codificados en el organismo, sino como un proceso parcialmente autoorganizado, muchísimo más plástico y readaptable. Es decir, lo que hay en los genes es susceptible de desarrollarse de maneras diversas (dentro de los límites que nos impone nuestra biología) en función de las idiosincrasias individuales, y alcanzar de este modo estados máximamente adaptativos para el organismo en cuestión, sin necesidad de cumplir a rajatabla un cronograma modelo. En definitiva, el desarrollo se entiende mejor si pensamos en él como un sistema dinámico complejo: el que constituye un organismo individual en constante interacción con su entorno, un organismo que no deja de cambiar hasta que finaliza su vida³⁸.

Por tanto, resulta evidente que no podemos describir de manera absoluta los estados por los que ese sistema atravesará, puesto que los desconocemos. Pero esto no significa que debemos renunciar a todo intento de explicación. El desarrollo ontogenético es complejo, pero no caótico. El desarrollo cognitivo, perceptivo y motor de un organismo humano (que como hemos visto se producen en paralelo), alcanzan fases de estabilidad transitoria.

37 Thelen, E. y Smith, L. B.: *Dynamic...*, p. 37.

38 *Idem*, p. 44.

Y podemos aspirar a modelizar una estructura de relaciones entre estas fases a medida que se producen.

En este punto, la DST nos proporciona las herramientas teóricas necesarias para representar las relaciones entre estados transitorios en términos espaciales (en el espacio, por definición, hay distancias que permanecen constantes y que se pueden medir). Los dinamicistas utilizan para su descripción nociones geométricas procedentes de la topología, que les permiten definir el proceso de cambio del sistema en los siguientes términos: a cada momento el sistema se encontraría en un estado distinto. Tales estados estarían situados en una posición concreta de un espacio (el constituido por el propio sistema en proceso de cambio). De este modo, los estados, al estar situados en un espacio, se definirían por medio de las distancias que establecen entre sí. Se trata por tanto de una explicación enfocada hacia el *dónde* (que en este contexto no es sino una modelización del *cuándo*), más que hacia el *qué*. O, en palabras de Van Gelder³⁹, de una teoría interesada en explicar “where the estate is, rather than what it is made up of”.

Estas son, de manera muy simplificada, las bases de toda explicación en términos dinámicos. Sin embargo, la DST no constituye en sí misma una explicación automática del desarrollo cognitivo humano. Por el contrario, se trata de un marco general que ha de ser adaptado y complementado con otras herramientas teóricas para poder funcionar como explicación de fenómenos cognitivos concretos. Como hemos señalado, Thelen y Smith se han encargado de acoplar la terminología dinamicista de manera que resulte operativa para la explicación del desarrollo cognitivo humano, generando un modelo que concibe tal desarrollo como indisociable de la experiencia perceptiva y motora del individuo en el entorno. Veamos a qué aluden los términos topológicos en la adaptación que las autoras proponen.

39 Van Gelder, T.: «Dynamical...», p. 621.

En este tipo de explicación, los organismos en proceso de desarrollo se conciben como *espacios de estado* (*state spaces*). Las acciones perceptivas y exploratorias que llevan a cabo se describen como *trayectorias* (*trajectories, paths*) en el espacio de desarrollo de cada uno de ellos. Esto proporciona una visión bastante intuitiva del modo en que cada experiencia local, singular y genuina, provoca un cambio en el espacio de estado individual. En efecto, las trayectorias dejan huella y, por tanto, son susceptibles de influir en las acciones futuras. Ahora bien, no todas las trayectorias que se generen serán igual de poderosas: sólo las que se repitan una y otra vez darán lugar a patrones de activación neural cada vez más fuertes (a auténticos *senderos*) que, a fuerza de ser recurrentemente transitados, producirán surcos o huellas profundas en el espacio de estado. Estas huellas profundas se denominan *atractores* (*attractors*):

In this continuous activity of an awake and looking infant, then, regular organized paths through the state space will emerge because of the inherent properties of the neural systems and the world (...) By simple hebbian notions of increasing strength of connections (...) paths that are commonly repeated will become attractors — stimuli and actions that formerly gave rise to close but distinct patterns of activity will now yield a single trajectory⁴⁰.

De este modo, son estos atractores los que, al ejercer su influencia sobre trayectorias vecinas, generadas por percepciones y acciones similares, desempeñan las funciones tradicionalmente asignadas al conocimiento conceptual, en el sentido de que permiten al organismo categorizar nuevos estímulos a partir de la experiencia pasada, porque atraen a la profundidad de su surco la trayectoria de experiencias parecidas, aunque no idénticas.

En palabras de las autoras:

With the continuous experience of perceiving and acting, deep and stable attractors will emerge in the landscape of the state space

40 Thelen, E. y Smith, L.B.: *Dynamic...*, págs. 175-176.

and (...) will affect the paths caused by other experiences. More specifically, some attractors are deep and stable enough that they will cause many experiences to yield *the same mental event*⁴¹.

Por otra parte, a medida que el organismo acumula experiencia en el entorno, el espacio de estado presenta un aspecto más complejo y los nuevos atractores que se forman se tornan progresivamente más idiosincrásicos. Esto es así porque las trayectorias que generan las nuevas experiencias dependen en gran medida de la configuración del espacio de estado justo en el momento previo a las mismas, lo que a su vez depende tanto del *historial de desarrollo* que haya tenido ese organismo, como del contexto externo a la hora de abordar la nueva experiencia. Esto es algo que ha sido señalado también por autores de diferentes líneas teóricas:

La manera en que un ser humano reacciona depende no solamente de la situación presente, sino también de todas sus interacciones anteriores con su entorno (...). Esto no significa que no puedan comprenderse los principios que gobiernan la conducta. Su reacción está lejos de ser al azar. Está estrictamente determinada por sus estados mentales, el contenido de su memoria, sus intenciones (...). Ciertos sistemas materiales desarrollan (...) conductas fuertemente determinadas por su estado interior. Tan sólo parecen erráticas o aleatorias si ignoramos los principios que las rigen⁴².

3.3. Un modelo de procesamiento multimodal, sincronizado y redundante

Hasta ahora hemos expuesto las bases de la TNGS y de la DST, así como el modo en que el aparataje teórico de esta última ha sido adaptado para proporcionar una explicación del

⁴¹ *Idem*, p. 179.

⁴² Mehler, Jacques y Dupoux, Emmanuel: *Nacer sabiendo. Introducción al desarrollo cognitivo del hombre*, Madrid, Alianza, 1994, p. 44.

desarrollo cognitivo, perceptivo y motor a escala ontogenética. Nos encontramos por tanto en condiciones de proporcionar una síntesis del modelo de conceptualización elaborado por Thelen y Smith⁴³.

Estas autoras parten en su explicación de las características neuroanatómicas que Edelman señala como claves para la emergencia conceptual, y que son las siguientes:

1) La principal característica de los mecanismos neurales que posibilitan la categorización sería lo que Edelman denomina *degeneracy*. El término *degeneración* debe hacernos pensar en la proliferación desordenada de grupos neurales primarios que operan simultáneamente sobre un mismo estímulo para procesarlo en tiempo real, sobre los que la dinámica de la selección natural vendrá a imponer su orden, dando lugar a un repertorio secundario de grupos neurales.

2) Estos mecanismos primarios de procesamiento, además de *degenerados* (múltiples), son *disjunctive* (disyuntivos, divergentes) en el sentido de que cada uno de ellos se dedica a la extracción de características cualitativamente diferentes del mismo estímulo.

3) De este modo, las categorías emergen como resultado del *mapping* (mapeado) de los patrones neurales secundarios resultantes del procesamiento estimular, en virtud de las correlaciones en tiempo real que existen entre tales patrones de activación.

4) Este mapeado, es decir, este establecimiento de conexiones entre patrones secundarios, es *reentrante*. El término debe hacernos pensar en redundancia de conexiones, puesto que estas son múltiples y se establecen en doble sentido (de ida y de retorno) entre numerosas áreas encefálicas, no sólo corticales: se proyectan desde las áreas periféricas del

43 Thelen, E. y Smith, L.B.: *Dynamic...*, capítulo 6.

sistema nervioso a las áreas corticales sensoriales primarias correspondientes y de ahí a otras áreas de asociación temporo-parieto-occipitales y prefrontales, como también a núcleos subcorticales. Todas las áreas mencionadas manifiestan también una alta interconectividad entre sí y, al disparar de retorno (es decir, en respuesta) modifican a su vez los parámetros del organismo que percibe, reajustando de este modo la totalidad del ciclo perceptivo.

Estas características neuroanatómicas son las que sustentan la idea de que el proceso de categorización es dinámico e ininterrumpido: debido a que la configuración de los parámetros internos de un organismo que percibe no es nunca exactamente la misma, un mismo estímulo no se procesará jamás exactamente de la misma manera a nivel neural, sino de maneras más o menos similares. La DST, adaptada tal y como veíamos en el epígrafe anterior, es utilizada en este punto para explicar cómo trayectorias de procesamiento parecidas pueden ser experimentadas por el sujeto como un mismo evento mental, es decir, como pertenecientes a la misma categoría de cosas. En otras palabras, por qué dos estímulos parecidos pero no idénticos dan lugar a la activación de un mismo concepto. Veíamos que esto era así porque las trayectorias próximas tendían a confluir en una cuenca de atracción común.

Por tanto, a partir del modelo de desarrollo neuroanatómico propuesto por Edelman⁴⁴, Thelen y Smith proporcionan una explicación de cómo se generan los atractores a partir de la experiencia perceptiva y motora del individuo en desarrollo. Las autoras sugieren que dos tipos básicos de mecanismos disyuntivos de procesamiento son necesarios, a saber:

- 1) mecanismos analizadores de propiedades estáticas multimodales (cada una de las cuales sería extraída en

44 Edelman, G.: *Neural...*, 1987.

paralelo por los grupos neurales seleccionados para cada modalidad perceptiva);

2) mecanismos analizadores de movimiento.

En realidad, esto no es algo muy novedoso. De hecho, Marr⁴⁵ iniciaba su emblemática obra sobre las tareas computacionales del sistema visual proponiendo una singular respuesta a la pregunta *¿Qué significa ver?* Según Marr, ver consistiría en descubrir *qué* es lo que hay en el mundo (tarea que se ejecutaría mediante los mecanismos de tipo 1), y *dónde* está (lo que determinaríamos a través de los mecanismos de tipo 2). De hecho, Thelen y Smith se refieren a tales mecanismos como *the what system* and *the where system*⁴⁶.

La novedad del modelo reside en que propone algo neuropsicológicamente muy cabal. En primer lugar, considera que la multimodalidad perceptiva es el primitivo cognitivo. En efecto, actualmente sabemos que, en el seno de una misma modalidad perceptiva (como por ejemplo la visual), diferentes subsistemas trabajan en paralelo para extraer características cualitativamente diferentes de un mismo estímulo (forma, color, posición, movimiento...). Estos subsistemas están masivamente interconectados, de modo que nos proporcionan una percepción unificada y continua (experimentamos visualmente los objetos y las escenas como un todo continuo, a no ser que padezcamos algún tipo de agnosia). Pues bien, esta conectividad masiva de los subsistemas intramodales debe hacerse extensiva al funcionamiento encefálico en su totalidad: "because the neuroanatomy provides for vast interconnectivity, coherent patterns of firing will also be established in distant fields, including those associated with other modalities"⁴⁷.

45 Marr, David: *Visión*, Madrid, Alianza, 1985 [1982].

46 Thelen, E. y Smith, L.B.: *Dynamic...*, p.173.

47 *Idem*, p. 192.

De este modo, el modelo permite explicar el hecho de que rasgos procedentes de distintas modalidades perceptivas den lugar a percepciones globales integradas: "According to the Theory of Neuronal Group Selection (TNGS), cross-modal features that are continually and reliably associated in the real world will become stable and persistent basins of attraction⁴⁸". Esto ocurre porque los grupos neurales seleccionados para cada tipo de procesamiento unimodal se sincronizan mediante un mapeado reentrante que genera correlaciones estables en tiempo real entre los mismos. Así, por ejemplo, la sincronización de percepciones hápticas, visuales y propioceptivas (correspondientes a los propios movimientos manuales implicados en la labor de reconocimiento de un objeto), generará un mapa complejo de activación que no estará en un único lugar del cerebro, sino que se encontrará distribuido en múltiples áreas profusamente interconectadas entre sí, y vuelto a representar en las áreas de asociación del córtex parietal y prefrontal. Por eso Edelman insiste en que el mapeado es *reentrante*, es decir, redundante o repetitivo. Es de este patrón complejo y distribuido de actividad neural de donde emerge el conocimiento conceptual que cada ser humano atesora sobre un objeto o evento.

El paralelismo del funcionamiento real del encéfalo con las características propuestas por este modelo se manifiesta claramente en las palabras de Damasio⁴⁹:

No existe una sola región en el cerebro humano equipada para procesar (...) representaciones de todas las modalidades sensoriales activas cuando experimentamos simultáneamente, por ejemplo, sonido, movimiento, forma y color en perfecto registro temporal y espacial. (...) nuestro robusto sentido de integración mental se crea a partir de la acción concertada de sistemas a gran escala mediante conjuntos sincronizados de actividad neural en regiones separadas del cerebro: en realidad es un truco de sincronización.

48 *Idem*, p. 193.

49 Damasio, A.: *Error...*, p. 97.

4. Redes corticales y conocimiento enciclopédico

4.1. Recapitulación

En los epígrafes anteriores hemos visto que la evidencia científica pone de manifiesto que las estructuras neurales que soportan la percepción y el movimiento ejercen también las funciones tradicionalmente asignadas al conocimiento conceptual. De aquí se deriva la necesidad de dejar de concebir los conceptos humanos como representaciones estáticas. Por el contrario, los conceptos tienen una estructura plástica y ampliamente distribuida a escala cerebral. De hecho, son patrones de activación latentes (atractores) cuya naturaleza es dinámica y cuyo origen es experiencial, lo que significa que integran dimensiones sensoriales y motoras, es decir: perceptivas y ejecutivas.

La idea que estamos defendiendo no es precisamente reciente: ya en 1952, Hayek⁵⁰ propuso la hipótesis de que todo el conocimiento experiencial de un organismo se almacenaba en sistemas de conexiones reticulares entre neuronas del córtex cerebral. Aquí hemos visto que, siguiendo a Edelman, Thelen y Smith proponen que las unidades de esos sistemas reticulares son grupos neurales, en lugar de neuronas aisladas. Sin embargo, la base neurofisiológica que posibilita el aprendizaje es exactamente la misma: el *Principio Hayek-Hebb* o *Principio de Convergencia Presináptica Simultánea*⁵¹. Según este principio, los conceptos se forman por la coincidencia reiterada de estímulos sensoriales y motores básicos en la experiencia del individuo, lo que facilita la transmisión nerviosa entre los grupos neurales que representan tales estímulos, de manera que tales grupos quedan cableados y

50 Hayek, Friedrich A.: *The Sensory Order: An Inquiry into the Foundations of Theoretical Psychology*, Chicago, University of Chicago Press, 1976 [1952].

51 Fuster, Joaquín M.: «Cajal y la neurociencia cognitiva cien años más tarde» en *Quark* 39-40, 2007, p. 61.

representan los rasgos experienciales como hechos asociados⁵². De este modo, finalmente, cualquiera de los rasgos sensibles o motores por sí solo podrá activar la red neural al completo, es decir, evocar la memoria de los otros.

Por tanto, en términos neurocientíficos, un concepto puede ser descrito como una red de grupos neurales dispersos en la corteza (pero masivamente interconectados) que disparan al unísono, activando las representaciones mentales de estímulos que han quedado asociados debido a su coincidencia experiencial persistente. En términos psicológicos, y siguiendo a Thelen y Smith, un concepto sería un atractor, un patrón latente de reconocimiento, susceptible de atraer a su cuenca el procesamiento de cualquier estímulo que pase cerca de su trayectoria (es decir, que comparta alguno de los rasgos sensoriomotrices asociados).

Lo que nos interesa señalar en este punto es que redes, atractores, conceptos, son nuestra memoria, nuestro *conocimiento del mundo*, nuestro *saber enciclopédico*. Las redes corticales se expanden de manera autónoma y autoorganizada a partir de la experiencia del organismo en el medio: es el procesamiento de informaciones (perceptivo) y la emisión de respuestas (motora, ejecutiva) lo que facilita el fortalecimiento sináptico de las conexiones entre grupos neurales y lo que abre nuevas vías de conectividad, posibilitando así la expansión del conocimiento. Estas redes realizan las funciones cognitivas tradicionalmente asignadas al conocimiento conceptual: nos permiten categorizar la experiencia presente y generar inferencias sobre la futura.

4.2. Conceptos abstractos anclados en la experiencia sensible

La neurobiología nos enseña que los rasgos sensoriales y motores básicos de nuestra experiencia son filogenéticamente

⁵² Hebb, Donald O.: *The Organization of Behavior: A Neuropsychological Theory*, Mahwah: NJ, Lawrence Erlbaum Associates, 2002 [1949].

heredados, es decir, se encuentran presentes ya en el momento del nacimiento en la estructura de nuestro córtex sensorial y motor primario⁵³. Por tanto, tal estructura puede ser considerada en sí misma como una forma primitiva de memoria, una memoria filética o de especie (*phyletic memory*), que contiene la información básica que permite al organismo adaptarse a su entorno.

En efecto, durante las primeras etapas del desarrollo ontogenético, esta memoria de especie necesita ser correctamente estimulada para poder implementarse óptimamente (es decir, para dar lugar a un repertorio secundario de grupos seleccionados en respuesta a los estímulos del entorno): de hecho, esta parece ser la interpretación más plausible de que disponemos hasta la fecha para la existencia de períodos críticos de desarrollo de las capacidades sensoriales, motoras y cognitivas básicas.

En etapas posteriores del desarrollo individual, las redes corticales que representan el conocimiento adquirido a través de la experiencia se extienden desde los córtex primarios, y a través de áreas de asociación unimodal, hasta las áreas corticales de asociación multimodal o convergencia. A medida que ascienden en la *jerarquía de representación cortical*, tales redes ganan en distribución, es decir, en amplitud y extensión. La característica básica de las áreas de convergencia es que en ellas se produce la intersección de redes ancladas en modalidades sensoriales diversas, lo que significa que soportarán “the cross-modal representation of objects—that is, the representation across sensory modalities⁵⁴”.

Lo que nos interesa señalar es que las redes corticales, a pesar de estar ancladas en las áreas de representación unimodales

53 Se trata del repertorio primario de grupos de Edelman, cuya estructura básica se transmite por medio de estrategias topobiológicas de herencia genética que permiten cierta variabilidad individual incluso en este nivel.

54 Fuster, J.: *Cortex...*, p. 50.

primarias, son capaces de representar conocimiento adquirido complejo, y que este conocimiento “will be distributed in large-scale networks of association cortex⁵⁵”. Por tanto, estas redes superiores ejercen la función de asociar entre sí los rasgos experienciales básicos representados en las áreas de inferior jerarquía.

Es importante recordar que los grupos neurales que registran rasgos básicos de experiencia pueden formar parte de muchos conceptos complejos diferentes (por ejemplo, un mismo color o textura pueden encontrarse presentes en innumerables objetos de experiencia que, por lo demás, aglutinarán rasgos sensoriales básicos diferentes, dando lugar a diferentes conceptos). Lo anterior conlleva un considerable solapamiento de las redes de memoria entre sí, y constituye el fundamento de nuestra capacidad asociativa (en términos de andar por casa: del hecho de que una cosa nos lleve a pensar en otra). De este modo, nos encontramos con una organización *corticocognitiva* en la que las redes asociativas se expanden de área en área a medida que crece la complejidad y abstracción del conocimiento representado⁵⁶.

Así, lo que nos dice la neurociencia cognitiva es que la representación de cualquier objeto o evento es *heterárquica*, es decir, que integra rasgos de modalidades sensoriales diversas y de distinto grado de abstracción. Es decir, además de rasgos sensoriomotrices, los conceptos pueden incluir también rasgos de carácter simbólico (semántico). En efecto, los ítems léxicos que empleamos para referirnos a objetos, entes, eventos y situaciones no dejan de ser, en última instancia, estímulos sensibles con dimensiones auditivas y visuales y, por tanto, representaciones en los córtex primarios visual y auditivo⁵⁷ susceptibles de quedar

55 Idem: «Cajal...», p.67.

56 Idem: *Cortex...*, p.73.

57 Damasio, A.: *Error...*, págs. 107-108.

integradas en una red conceptual. De este modo, la percepción visual de un objeto, o bien el sonido asociado a una acción, o bien el aroma asociado a un alimento, o bien la palabra que designa el objeto, el sonido, la acción, el aroma o el alimento en cuestión, pueden activar la representación del concepto “at several hierarchical levels, from the sensory to the symbolic⁵⁸”.

5. Conclusiones

La lingüística cognitiva sostiene que el lenguaje es una facultad mental que manifiesta características estructurales y de procesamiento no específicas, sino comunes al sistema cognitivo humano en su totalidad. Por tanto, las afirmaciones que se hagan en el ámbito de la disciplina lingüística habrán de ser coherentes con las evidencias procedentes de disciplinas científicas afines, cuyo objeto de estudio primario es el sistema cognitivo humano y las estructuras físicas que lo soportan.

En este artículo hemos aportado evidencias que proporcionan una explicación científica del proceso de génesis conceptual a nivel neurológico y hemos visto que la neuropsicología cognitiva insiste en la dinamicidad de los conceptos humanos, en virtud de la plasticidad de la arquitectura nerviosa en que se implementan. A su vez, es un hecho comprobado que el desarrollo perceptivo, motor y cognitivo se producen en paralelo y comparten un amplio sustrato de representación neural.

Por tanto, desde la lingüística cognitiva debería prestarse especial atención a modelos de desarrollo cognitivo como el de Thelen y Smith, que toman en cuenta las anteriores evidencias y lo conciben como indisoluble de la experiencia perceptiva y motora del individuo en el entorno. En este modelo, los conceptos que un ser humano maneja se describen como

58 Fuster, J.: *Cortex...*, p.106.

patrones de activación latentes y en constante proceso de cambio. El conocimiento conceptual se configura *on-line*, a partir del historial de procesamiento previo individual, de la actividad mental inmediatamente precedente (del estado cognitivo con que el individuo afronte el nuevo procesamiento), y de la aportación actual del contexto inmediato: de este modo, cada nuevo procesamiento de una misma experiencia constituye una *transformación* de su concepto, o si se quiere, un enriquecimiento, una actualización. Por tanto, el conocimiento conceptual no manifiesta una estructura estática, sino que es producto de un cambio constante y sutil, de donde emerge su apariencia de estabilidad⁵⁹.

Si la estructura cognitiva se manifiesta en el lenguaje, como postula la lingüística cognitiva, las categorías léxicas deberían responder a un patrón similar de desarrollo y comportamiento. Esto es lo que postulan Croft y Cruse⁶⁰, cuya explicación dinamicista del significado exhibe una enorme coherencia en relación con el modelo neuropsicológico expuesto, como se observa en las palabras que citábamos en la introducción:

Las interpretaciones no son especificaciones contextuales de significaciones, sino que son transformaciones. En cierta medida, la significación es función de haber experimentado previamente la aparición (conceptualizada) de la palabra en determinadas situaciones. Como tal, está en continuo desarrollo, puesto que cada vez que se usa una determinada palabra, se modifica también en cierta medida su significación.

En definitiva, creemos que la explicación dinamicista del significado léxico satisface los tres requisitos que, según Lamb, toda teoría lingüística debe tratar de cumplir en el contexto

⁵⁹ Es preciso señalar que las autoras niegan la pertinencia de la noción *concepto*, al no existir nada susceptible de representación estable. Como hemos visto, prefieren hablar de atractores que configuran categorías.

⁶⁰ Croft, William y Cruse, D. Alan: *Lingüística cognitiva*, Madrid, Akal, 2008, págs. 138-139.

científico actual, a saber: 1) verosimilitud operativa: porque proporciona una explicación del uso y procesamiento de las unidades léxicas en tiempo real; 2) verosimilitud psicológica: porque existen modelos dinámicos de desarrollo cognitivo que respaldan la anterior explicación, y 3) verosimilitud neurológica: porque tales modelos neuropsicológicos han sido desarrollados tomando en cuenta la evidencia neurocientífica.

Bibliografía

Berthenthal, Benneth I. y Campos, Joseph J.: «A systems approach to the organizing effects of self-produced locomotion during infancy», Rovee-Collier, Carolyn y Lipsitt, Lewis P., eds., *Advances in infancy research*, Vol. 6, Norwood, NJ: Ablex, 1990, págs. 1-60.

Bigelow, Ann: «Locomotion and search behavior in blind infants», *Infant Behavior and Development* 15, págs. 179-189.

Cardinali, Daniel P.: *Neurociencia aplicada. Sus fundamentos*, Buenos Aires, Editorial Médica Panamericana, 2007.

Croft, William: «Linguistic evidence and mental representations», *Cognitive Linguistics* 9-2, 1998, págs. 151-173.

Croft, William: *Explaining language change: an evolutionary approach*, Londres, Longman, 2000.

Croft, William y Cruse, D. Alan: *Lingüística cognitiva*, Madrid, Akal, 2008.

Damasio, Antonio R.: *El error de Descartes. La emoción, la razón y el cerebro humano*, Barcelona, Crítica, 2003 [1994].

Darwin, Charles: *El origen de las especies*, 1859, traducción de Antonio de Zulueta (1972) recuperado de Feedbooks.com el 18 de abril de 2011.

Edelman, Gerald M.: *Neural Darwinism. The Theory of Neural Group Selection*, New York, Basic Books, 1987.

Edelman, Gerald M.: *Topobiology: An Introduction to Molecular Embriology*, New York, Basic Books, 1988.

Edelman, Gerald M.: *Bright Air, Brilliant Fire. On the Matter of the Mind*, New York, Basic Books, 1992.

Fuster, Joaquín M.: *Cortex and Mind. Unifying Cognition*, Nueva York, Oxford University Press, 2003.

Fuster, Joaquín M.: «Cajal y la neurociencia cognitiva cien años más tarde» en *Quark* 39-40, 2007, págs. 59-65.

Grafton, Scott T.; Fadiga, Luciano; Arbib, Michael A. y Rizzolatti, Giacomo: «Premotor cortex activation during observation and naming of familiar tools», *Neuroimage* 6, 1997, pp. 231-236.

Järveläinen, Juha, Schuermann, Martin y Hari, Riitta: "Activation of the human primary motor cortex during observation of tool use", en *Neuroimage* 23 (1), 2004, pp.187-192.

Kandel, Eric R.; Schwartz, James H. y Jessel, Thomas M.: *Neurociencia y conducta*, Madrid, Prentice Hall, 2003[1997].

Lakoff, George y Johnson, Mark: *Philosophy in the Flesh. The Embodied Mind and its Challenge to Western Thought*, New York, Basic Books, 1999.

Lamb, Sydney: *Pathways of the Brain. The neurocognitive basis of language*, Amsterdam, John Benjamins, 1999.

Mehler, Jacques y Dupoux, Emmanuel: *Nacer sabiendo. Introducción al desarrollo cognitivo del hombre*, Madrid, Alianza, 1994.

Monserrat, Javier: «Gerald M. Edelman y su antropología neurológica. Presentación y discusión de su teoría de la mente», *Pensamiento: Revista de investigación e información filosófica*, 62 (234), 2006, págs. 441-470.

Moore, Terence y Carling, Christine: *Understanding language: towards a post-Chomskyan linguistics*, Londres, Macmillan, 1982.

Rosch, Eleanor y Lloyd, Barbara B. (eds.): *Cognition and Categorization*, New Jersey, Lawrence Erlbaum Associates, 1978.

Sandra, Dominiek: «What linguists can and can't tell you about the human mind: A reply to Croft», *Cognitive Linguistics*, 9-4, 1998, págs. 361-378.

Simmons, W. Kyle; Martin, Alex Barsalou, Lawrence W.: «Pictures of Appetizing Foods Activate Gustatory Cortices for Taste and Reward», *Cerebral Cortex* 15, 2005, págs. 1602-1608.

Simmons, W. Kyle; Ramjee, Vimal; Beauchamp, Michael S.; McRae, Ken; Martin, Alex y Barsalou, Lawrence W.: «A common neural substrate for perceiving and knowing about color», *Neuropsychologia* 45, 2007, págs. 2802-2810.

Smith, Linda B. y Samuelson, Larissa K.: «Perceiving and remembering: category stability, variability, and development», *Knowledge, concepts and categories*, Koen Lamberts y David Shanks, eds., Hove, Psychology Press, 1997, págs. 161-195.

Theler, Esther y Smith, Linda B.: *A Dynamic Systems Approach to the Development of Cognition and Action*, MIT Press, 2002, [1994].

VanGelder, Timothy: «The Dynamical Hypothesis in Cognitive Science», *Behavioral and Brain Sciences* 21, 1998, págs. 615-665, disponible en <http://sites.google.com/site/timvangelder/>

MAITE FERNÁNDEZ-URQUIZA
UNIVERSIDAD DE OVIEDO

