

Cognición y desarrollo**

Cognition and Development

García Madruga, J. A. *

Resumen

Este trabajo resalta el carácter central de la perspectiva evolutiva para el estudio de la cognición humana, mediante la descripción de algunos importantes avances teóricos y experimentales recientes. Se aborda el problema del cambio evolutivo a partir del estudio de la estrecha relación entre cerebro y desarrollo, y las transformaciones evolucionistas que dan cuenta de las capacidades de la mente humana. Se analizan tres campos de estudio que permiten ilustrar algunas cuestiones básicas: el desarrollo de la noción de objeto, la adquisición de la gramática y el desarrollo de las estrategias de pensamiento. Finalmente, se destacan las limitaciones de nuestro conocimiento sobre el funcionamiento de la cognición, a partir de la crítica de las concepciones más optimistas, defensoras de la modularidad masiva.

Palabras clave: desarrollo cognitivo, desarrollo cerebral, evolución de la mente, conexionismo, modularidad.

Abstract

This work highlights the central character of the developmental perspective for the study of human cognition, by describing some important recent theoretical and experimental advances. The problem of developmental change is addressed from the study of the close relationship between brain and development, and evolutionary transformations that account for the capacities of human mind. Three fields of study are analyzed to illustrate some basic questions: the development of the object notion, the grammar acquisition and the development of thinking strategies. Finally, we underscore the limitations of our knowledge about how cognition works from the criticism of the most optimistic conceptions, which defend

* Doctor en Psicología. Catedrático del Departamento de Psicología Evolutiva y de la Educación. UNED. 28023. Madrid. Correspondencia: Juan Antonio García Madruga, jmadruga@psi.uned.es

Fecha de Recepción: 5 de marzo de 2018- Fecha de Aceptación: 19 de marzo de 2018

** Este texto surge directamente de las conferencias impartidas en el curso “La Psicología Cognitiva Actual”, de la Universidad Internacional Menéndez Pelayo, celebrado en Santander (España), en agosto de 2005. Algunas de las ideas aquí expresadas aparecen en diversas publicaciones del autor, entre ellas, García Madruga, Gutiérrez y Carriedo (2002), y García Madruga y Delval (2010).

massive modularity.

Key words: cognitive development, brain development, mind evolution, connectivism, modularity.

"El cambio es el aspecto fundamental de la inteligencia; no podemos decir que comprendemos totalmente la cognición hasta que tengamos un modelo que explique su desarrollo".
(Klahr, 1989; p. 172)

1. Introducción

El reconocimiento de la importancia de la perspectiva evolutiva en el estudio de la mente humana, en general, y el pensamiento y la inteligencia, en particular, es algo que debemos, principalmente, a la aportación complementaria de Piaget y Vygotsky. No obstante, la cita que encabeza nuestro trabajo proviene de un investigador perteneciente al enfoque computacional, discípulo de dos de los fundadores de la inteligencia artificial y máximos representantes de este enfoque en psicología, Allen Newell y Herbert Simon.

En realidad, el carácter central de la perspectiva evolutiva de la cognición está implícito en el propio intento de los filósofos de esclarecer uno de los enigmas fundamentales del ser humano. Nos referimos a la preocupación epistemológica por el origen y formación de los conocimientos. Esta preocupación epistemológica incluye un componente central, relativo al desarrollo intelectual, que puede ser formulado de la siguiente manera:

¿Cómo es posible que la mente de un recién nacido se transforme primero en la mente de un niño o niña preescolar, capaz de moverse, interactuar con los objetos y conversar e interrogar a las personas que le rodean, y posteriormente llegar a adquirir los rasgos de precisión, coherencia y carácter abstracto propios de la mente adulta?

La explicación de este enigma evolutivo sobre la cognición humana constituye el programa de investigación básico de la psicología evolutiva de la cognición. Las aportaciones teóricas y experimentales que durante el siglo pasado han realizado los investigadores desde la perspectiva evolutiva forma parte del "núcleo duro" de las concepciones cognitivas actuales. En los próximos apartados presentaremos algunas de las ideas básicas de esta perspectiva. Abordaremos primero el problema del cambio evolutivo centrándonos en la base biológica, en las relaciones entre cerebro y desarrollo cognitivo, así como en el desarrollo filogenético, es decir en las transformaciones evolucionistas que dan cuenta de las capacidades cognitivas de la especie humana. Posteriormente, analizaremos en forma breve tres campos de estudio de especial significación, que nos permitirán ilustrar algunos aspectos y cuestiones básicas: el desarrollo de la noción de objeto, la adquisición de la gramática y el desarrollo de las estrategias de pensamiento. Nuestro análisis de estos tres asuntos nos permitirá poner de manifiesto algunos de los problemas teóricos más relevantes del enfoque cognitivo relacionados con el desarrollo; en particular, abordaremos el concepto de estadio y el papel de la memoria operativa, las concepciones innatistas, el concepto de módulo, y las explicaciones conexionistas del desarrollo.

2. Cognición y evolución

2.1. Cerebro y desarrollo cognitivo

El estudio del desarrollo cognitivo ha estado siempre estrechamente ligado a la biología, como muestra su origen evolucionista y las aportaciones de investigadores como Piaget. En realidad, el propio concepto de desarrollo surge de la base biológica de la mente humana. Sin embargo, hasta fechas recientes la mayor parte de los investigadores descuidaron el estudio del desarrollo del cerebro y su relación con el

desarrollo cognitivo humano (Johnson, 1998). En las últimas décadas se ha producido un importantísimo crecimiento del conocimiento neurobiológico merced a la aparición de las técnicas de neuroimagen, que permiten estudiar la actividad molecular y celular del sistema nervioso. De esta manera, es posible comprobar y visualizar el funcionamiento del cerebro humano durante el propio proceso de realización de las tareas cognitivas.

Al mismo tiempo se ha producido un avance conceptual, un acercamiento multidisciplinar al estudio del desarrollo de la cognición, que ha dado lugar al nacimiento de una nueva disciplina: la “Neurociencia Cognitiva del Desarrollo”. Además de los datos empíricos procedentes del estudio del cambio en la actuación de los sujetos, y del desarrollo de modelos computacionales que den cuenta de los mismos, es necesario contar con los datos y evidencias neurobiológicas que subyacen a la conducta. Presentaremos algunos rasgos generales del desarrollo cerebral y su posible relación con algunos patrones bien establecidos del desarrollo cognitivo humano.

Johnson (1998) resalta que las capacidades cognitivas del ser humano no son resultado de la existencia de nuevas zonas o regiones cerebrales, existentes ya entre los primates, sino que surgen del importante crecimiento de las áreas corticales y de la prolongación del período de desarrollo cerebral después del nacimiento. El desarrollo postnatal del cerebro humano resulta, por tanto, especialmente relevante. Podemos resaltar tres rasgos principales de este desarrollo: el crecimiento volumétrico del cerebro humano, la pérdida o “poda” de conexiones sinápticas y la plasticidad cerebral.

En primer lugar, la masa del cerebro humano se cuadruplica entre el nacimiento y la edad adulta. Pero este crecimiento no está basado básicamente en el aumento del número de neuronas sino en el aumento del número y complejidad de las dendritas, de la densidad de las conexiones sinápticas y del proceso de mielinización. Un segundo rasgo es que en el desarrollo se produce un proceso de pérdida selectiva cerebral o “poda”

que se muestra, principalmente, en la densidad sináptica. Este patrón típico de aumento inicial y posterior disminución o “poda” de la densidad sináptica, aparece a diferentes edades según las diversas regiones corticales. Por último, la plasticidad es una propiedad fundamental del desarrollo del córtex. El proceso de diferenciación y especialización de las diferentes áreas del córtex está fuertemente influenciado por la propia actividad neuronal. Diferentes zonas corticales pueden servir de base a diversas representaciones, dependiendo de la entrada que reciban; no parecen existir, por tanto, áreas funcionales totalmente predeterminadas.

La actividad cerebral del adulto es claramente inferior a la de los niños y niñas, mostrando así la “poda” de actividad y conexiones. Es importante destacar, no obstante, que la poda de actividad y conexiones no impide que durante la vida adulta siga abierta la posibilidad de establecer nuevas conexiones. Como los estudios sobre la inteligencia en la edad adulta y la vejez muestran, la clave para mantener la plasticidad cerebral está en el mantenimiento de la actividad intelectual; es decir, en la tercera edad, la práctica continuada de tareas cognitivas permite al cerebro seguir realizando con normalidad su actividad y llevar a cabo, incluso, nuevos aprendizajes.

El patrón de ascenso-caída típico de las conexiones sinápticas y de la actividad neuronal parece estar estrechamente relacionado con la existencia de períodos críticos en el desarrollo. La existencia de períodos críticos enfatiza la importancia de la maduración biológica al poner de manifiesto la necesidad de que determinadas experiencias ocurran en un momento temporal determinado. El concepto de período crítico fue considerado muy relevante en la psicología evolutiva de los años 60 y 70 del siglo pasado, principalmente merced a la influencia de los estudios etológicos sobre el troquelado o “improntación” (véase, Hess, 1973). Un rasgo básico del troquelado es que el período en el cual es posible establecer, en algunas aves, la relación especial de seguimiento del primer objeto que se

mueve (generalmente la madre) es muy pequeño. Se reduce a varios días después del nacimiento, antes de que se produzca la poda en las conexiones que facilitan el rápido establecimiento de este vínculo.

Ahora bien, como ya hemos resaltado, existen diferencias entre el desarrollo cerebral humano y el de otros animales, entre ellas la especial importancia de las áreas corticales, la existencia de un período temporal de desarrollo más largo, y la singular plasticidad de nuestro cerebro. Esto hace que no se pueda hablar en sentido estricto de períodos críticos en el desarrollo humano, aunque sí parece posible que determinados aprendizajes puedan ser realizados de forma mucho más sencilla y directa en determinados períodos que han sido denominados “sensibles”. Un ejemplo muy claro de los períodos sensibles se produce en la adquisición de las habilidades lingüísticas, especialmente las fonológicas. Como es sabido, la adquisición de una segunda lengua resulta mucho más fácil si se tiene la experiencia adecuada antes de que se produzca la “poda” de las conexiones neuronales durante la pubertad.

Vemos, pues, cómo es posible establecer relaciones específicas entre nuestro conocimiento sobre el desarrollo cognitivo y lingüístico, y algunos rasgos importantes del desarrollo del cerebro. El establecimiento de estas relaciones específicas entre el nivel de la conducta y el del cerebro no nos evita la necesidad de proponer mecanismos estrictamente psicológicos que den cuenta de los procesos que estamos tratando de comprender. Además, los mecanismos propuestos pueden tener una importancia fundamental en la propia explicación del desarrollo del cerebro, tal y como las teorías actuales resaltan; en otras palabras, la relación entre conducta y cerebro actúa en ambas direcciones.

2.2. Desarrollo cognitivo y evolución filogenética.

Aunque compartimos con los chimpancés cerca del 99% de nuestro genoma, las diferencias entre la

mente humana y la mente del resto de los primates son muy importantes. Entre las características distintivas de la mente humana están las capacidades de representación simbólica, de expresión lingüística y de autorreflexión. Estas capacidades básicas están detrás las invenciones culturales más relevantes de la humanidad, la producción filosófica, científica y artística.

Resulta, por tanto, de especial interés tratar de establecer los principales rasgos e hitos de la evolución de la mente en la especie humana. La teoría de Donald (1991) sobre la evolución de la mente humana moderna ha logrado integrar, en forma singularmente atractiva, los conocimientos paleontológicos y antropológicos actuales, con los avances más recientes en neurociencia, y psicología evolutiva y cognitiva. Donald postula la existencia de tres cambios cualitativos o transiciones “radicales” en la evolución de la cultura y la cognición que nos diferencian de nuestros antecesores primates. Los dos primeros serían cambios biológicos evolucionistas, mientras que el tercero sería un cambio cultural y tecnológico. Según Donald, la mente de los primates no humanos está caracterizada por una “cultura episódica” en la que sus capacidades cognitivas están circunscritas a episodios y situaciones concretas, siempre limitadas en el espacio y en el tiempo. Las transformaciones evolucionistas darían lugar a la mente del “Homo Erectus” tal y como se manifiesta en una “cultura mimética”, basada en la acción y en la que -según las conjeturas de los antropólogos-, los rituales, el canto y la danza tenían una importancia central para dar cohesión a las comunidades proto-humanas. Estas comunidades aprendieron a usar y controlar el fuego, cuya generalización se produjo hace al menos unos 400.000 años, lo que les daba un poder excepcional de control del medio, y les facilitaba la defensa y la caza. La mente del “Homo Erectus”, aún sin lenguaje, poseía ya la capacidad de re-hacer o re-presentar una situación o acontecimiento no presente.

Una segunda transformación evolucionista de tipo biológico, daría lugar a la “cultura mítica”, basada ya en el lenguaje y propia del “Homo Sapiens”. La emergencia del lenguaje

tiene como producto natural la creación de narraciones y mitos que permiten integrar de forma compleja modelos del mundo. La aparición del lenguaje y la capacidad cognitiva de construir modelos mentales del mundo, permite a la mente humana alcanzar su cima evolucionista: la mente humana está ya completa desde el punto de vista biológico. Esta capacidad cognitivo-lingüística de construir modelos conceptuales del mundo, que distingue al ser humano del resto de los primates, subyace a los importantes inventos y producciones culturales anteriores a la escritura, como la agricultura, el transporte terrestre o la navegación, y la fabricación de vestidos y armas.

El tercero de los cambios radicales que dan paso a la 'cultura teórica', característica de la mente del Hombre Moderno no es fruto de la evolución biológica, sino de origen cultural y tecnológico, y está basado en el desarrollo de dispositivos de memoria externa, entre los que podemos destacar el lenguaje escrito y la notación numérica. Según Donald, los límites biológicos de la memoria "interna" son superados mediante estos sistemas de memoria externa o "exogramas" (por oposición

a los "engramas" de la memoria biológica), lo que ha permitido al hombre moderno los avances científicos, tecnológicos y culturales que la historia nos describe.

Los diferentes estratos o niveles de representación que, según la teoría de Donald, incluye la mente humana moderna están sujetos a un curso evolutivo ontogenético que permite establecer algunos paralelismos con la evolución filogenética que acabamos de presentar. Así, Katherine Nelson (1996) ha propuesto una serie de paralelismos entre la ontogénesis y la filogénesis de la mente humana que pueden ser observados en la tabla 1.

Uno de los rasgos que pone de manifiesto el análisis de los posibles paralelismos entre filogénesis y ontogénesis es la estrecha relación entre los cambios cognitivos y lingüísticos, y el papel de estos últimos en la explicación del cambio cognitivo. Como Nelson señala a propósito del papel del lenguaje en la cognición, "*lo que es destacable es cuán poca atención han prestado los evolutivos y los psicólogos en general a su significación en el crecimiento cognitivo, la*

Tabla 1

Estadios del desarrollo relacionados con sus correspondientes estadios evolucionistas (realizado a partir de Nelson, 1996, p. 86).

Estadio	Edad	Cognición	Lenguaje
Sensorio - motor - Episódico	0 - 18 meses	Representación de acontecimientos (RA)	Sonidos, primeras palabras.
Preoperatorio - Mimético	18 meses - 4 años	RAs con palabras Juegos, cantos, ritos sociales.	Diálogo Desarrollo gramatical, lenguaje en la representación mimética
Operatorio - Mítico	4 - 10 años	Pensamiento narrativo, memoria personal, aprendizaje cultural.	Narraciones Comienzo de la lectura y la escritura, matemáticas
Formal - Teórico	10 años - adultos	Abstracciones lógicas Sistemas deductivos Conocimientos científicos	Argumentación, lectura y escritura científica. Uso de sistemas externos

adquisición de conocimiento y la construcción de teorías” (1996, p. 87). Esta concepción sobre las relaciones entre pensamiento y lenguaje a lo largo del desarrollo tiene, sin duda, una base en las concepciones de Vygotsky (véase Moreno Ríos, 2005).

3. Tres campos de estudio del desarrollo cognitivo

Como apuntamos en la introducción, las contribuciones realizadas desde la perspectiva evolutiva al estudio de la cognición han sido de importancia central, tanto desde el punto de vista teórico como experimental. Los dos psicólogos evolutivos de más prestigio, Piaget y Vygotsky, son también psicólogos cognitivos cuyas aportaciones siguen siendo básicas en la actualidad. Además, si la teoría de Piaget es la contribución teórica probablemente más amplia, sistemática y completa de la psicología evolutiva del siglo XX, la de Vygotsky es singularmente original y, sin duda, igual de influyente. Por otra parte, con la implantación del enfoque computacional, las contribuciones realizadas desde la perspectiva evolutiva al estudio de la cognición no han disminuido ni un ápice. Dos ejemplos nos pueden servir para ilustrar su relevancia. De origen evolutivo es el concepto de *metacognición*, que da cuenta del conocimiento que el sujeto tiene de sus procesos cognitivos y de la capacidad que tiene de controlarlos y regularlos. Los procesos metacognitivos son de adquisición evolutivamente tardía y tienen una especial relevancia para el dominio de tareas cognitivas complejas en las que el sujeto debe orquestar sus recursos cognitivos en forma estratégica.

Otro concepto de gran relevancia en el estudio actual de la cognición humana es el de teoría de la mente, entendido como la capacidad para representarnos la mente propia y la de los demás lo que nos permite interpretar y predecir las conductas en función de la atribución de estados mentales. Este concepto se ha convertido en una herramienta teórica central para la explicación de

las conductas cognitivas y socio-comunicativas de los niños, así como un campo de debate teórico entre las diversas concepciones cognitivas del desarrollo. Así, las concepciones innato-modulares de la teoría de la mente, sostenidas por autores como Leslie, se enfrentan a las posiciones que defienden la teoría de la mente como fruto de una construcción a partir de procesos cognitivos generales, como sostiene Perner (véase, Riviére, 1991).

Pero quizá lo más importante de la perspectiva evolutiva es que los propios enigmas básicos en el estudio de la cognición, tienen en sí mismos un componente evolutivo. En particular, conceptos como capacidades innatas y modularidad, y campos de estudio como la adquisición del lenguaje, forman parte con pleno derecho de las preocupaciones centrales de los científicos cognitivos del desarrollo. No es de extrañar que el padre del enfoque cognitivo-computacional, Jerry Fodor, haya desarrollado sus concepciones sobre el innatismo y la modularidad en discusión abierta con las ideas de Piaget y Vygotsky (Fodor, 1972; Piatelli-Palmarini, 1979; véase también García Madruga, 1991), ni tampoco que haya sido una psicóloga evolutiva como Annette Karmiloff-Smith (1992), quien haya proporcionado una visión alternativa, plenamente cognitivo-computacional, de los módulos y el innatismo. Todo esto hace que a la hora de seleccionar campos de estudio significativos, podamos elegir entre muchos y muy buenos candidatos. Nuestra elección ha sido realizada tratando de que estos campos permitan mostrar aportaciones y problemas relevantes en el estudio actual de la cognición y el desarrollo. Así, el estudio del desarrollo de la noción de objeto nos permitirá comprobar la capacidad explicativa de la concepción piagetiana, en comparación con las explicaciones más actuales; por su parte, la adquisición de la gramática pondrá de relieve cómo es posible que interaccionen restricciones innatas y estimulación lingüística dentro de una red conexionista; por último, el desarrollo de las estrategias de pensamiento aritmético en la infancia servirá para mostrar un modelo actual de

desarrollo cognitivo más complejo que los tradicionales.

3.1. El desarrollo del concepto de objeto

El estudio de las habilidades intelectuales de los bebés, el desarrollo de la inteligencia sensoriomotriz y la explicación de la adquisición de la noción de objeto, es quizás la aportación más importante de la teoría de Piaget (1936, 1937). Piaget comienza su libro sobre el desarrollo de la noción de objeto afirmando que:

“El primer problema... para comprender cómo la inteligencia naciente construye el mundo exterior; es saber si durante los primeros meses el niño concibe y percibe las cosas, como lo hacemos nosotros mismos, bajo la forma de objetos sustanciales, permanentes y de dimensiones constantes. Suponiendo que no ocurra nada de esto, sería necesario entonces explicar cómo se constituye la noción de objeto” (Piaget, 1937; p. 15 de la versión española)

Para Piaget, una de las líneas básicas del desarrollo sensoriomotor es la que va del sujeto hacia los objetos y conduce del absoluto egocentrismo del recién nacido hasta el logro de una adaptación intelectual a los objetos del mundo externo en la que éstos adquieren una existencia independiente. El estudio del desarrollo del concepto de objeto muestra la progresiva construcción mediante la cual los bebés llegan a considerar los objetos como entidades en sí mismas, con características permanentes, separados e independientes de la acción que se ejerce sobre ellos. En el desarrollo del concepto de objeto el momento clave se produce en el estadio 4, en el que aparecen dos conductas básicas: la búsqueda del objeto oculto y el error típico 'A, no-B' (véase la figura 1).

Hacia los 8-9 meses los bebés buscan activamente los objetos detrás de las pantallas y obstáculos que los ocultan, lo que muestra que tienen ya una noción de los objetos que incluye su existencia, aunque estén fuera del campo

perceptivo-visual. Ahora bien, aunque la permanencia del objeto ha sido ya adquirida, tiene una importante limitación: el llamado error típico. Si cogemos un objeto y lo ocultamos en un lugar A, el niño lo busca allí aunque esté oculto y no lo vea; pero si después lo ocultamos en otro lugar B, el niño lo continuará buscando en A y no en B, aunque haya sido testigo de los desplazamientos del objeto entre A y B (véase, la segunda columna de la figura 1). Este error típico o conducta “A, no-B”, según Piaget, pone de manifiesto que el objeto depende todavía de la acción que se ha realizado sobre él.

A partir de los años 70, los estudios cognitivos trataron de mostrar la existencia de una competencia más temprana de lo postulado por Piaget en la adquisición de la noción de objeto. Así, diversos autores (véase, Baillargeon, 1987; Munakata y otros, 1997; Spelke, 1994) comprobaron que algunas veces los bebés, aunque cometan el error típico e incorrectamente busquen el objeto en A, sin embargo, con frecuencia, miran al lugar correcto B. El error “A, no-B” podría ser debido, según algunos autores (véase, Haith y Benson, 1998), a factores relacionados con procesos de desarrollo cerebral durante el primer año de vida: el desarrollo de las adecuadas habilidades de memoria y la inhibición de la respuesta dominante. La memoria permitiría, con el paso de la edad, incrementar la demora entre el momento en el que se oculta el objeto y la búsqueda: mientras que antes de los 12 meses, una mínima demora impide a los bebés buscar el objeto correctamente en B, a los 12 meses las conductas erróneas aparecen sólo después de una demora de unos 10 segundos (Diamond, 1985; cit. en Haith y Benson, 1998). En cuanto a la inhibición de la conducta dominante de búsqueda errónea en A, esta conducta depende de la maduración del área motora suplementaria de la corteza frontal, que se produce entre los 5 y los 9 meses y sirve para inhibir diversos tipos de reflejos de la mano, así como para una mejor coordinación de secuencias de acciones manuales.

Las principales explicaciones actuales sobre el error “A, no-B” están basadas en dos enfoques diferentes: el enfoque de los principios y el

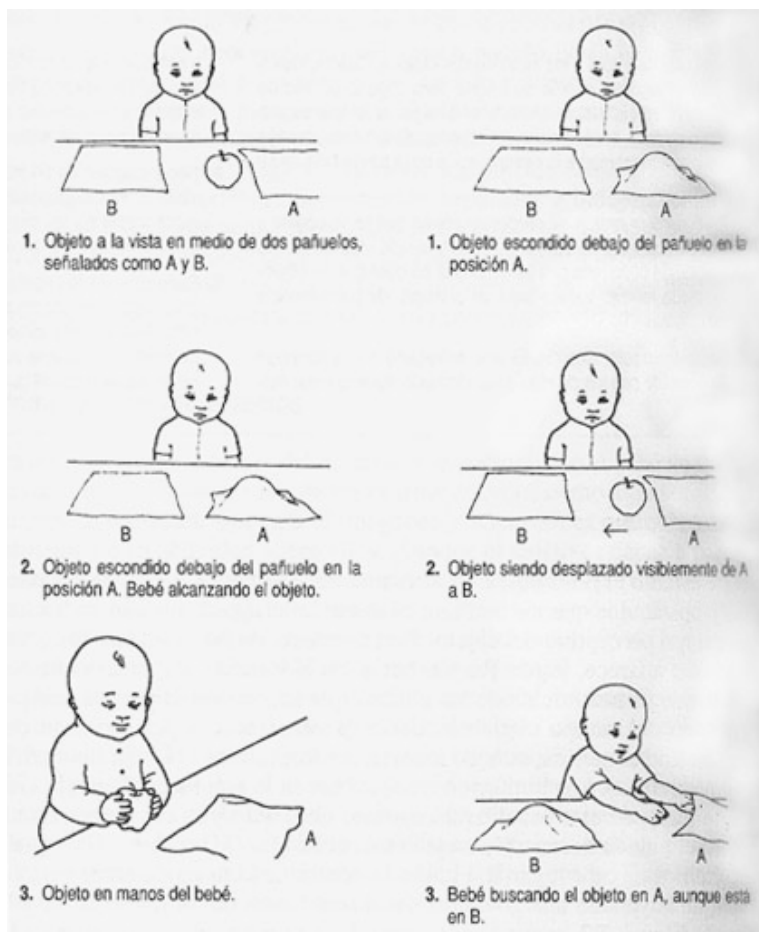


Figura 1. Las conductas de búsqueda del objeto escondido en el estadio 4 de Piaget.

En la primera columna se muestra cómo los bebés son capaces ya de alcanzar un objeto cuando está completamente cubierto por un pañuelo. En la segunda columna se representa el error típico 'A, no-B' (realizado a partir de Bower, 1979).

enfoque del proceso adaptativo (Munakata y otros, 1997; Munakata, 2001). El enfoque de los principios parte de que el conocimiento está organizado en forma de principios que tienen los bebés dentro de su cabeza. Así, uno de estos principios podría ser: "los objetos existen independientemente de la percepción que tengo de ellos". Estos principios serían innatos y su

existencia sería puesta de manifiesto por la conducta que muestran los bebés en tareas como las de tiempo de mirada. En edades más tempranas a lo que suponía, aunque los bebés no son capaces de buscar el objeto oculto en B, sí lo miran más. Según este enfoque, por tanto, el retraso en las tareas piagetianas de búsqueda no implicaría que los bebés no posean estos principios, sino que sería

producido por determinados déficits en la actuación de algún sistema o capacidad secundaria.

El enfoque del proceso adaptativo considera, por el contrario, que no se puede hablar de principios innatos y considera que el conocimiento que subyace a la conducta de los bebés es de naturaleza gradual y se desarrolla a partir de la experiencia. Este enfoque surge del marco teórico general de los modelos conexionistas y subraya el carácter adaptativo y gradual del desarrollo. De esta manera, los hallazgos de los trabajos sobre la sensibilidad al objeto oculto medidos por los tiempos de mirada no muestran que los bebés posean el concepto de objeto. Por el contrario, desde este enfoque se pone el acento en el estudio de los procesos y mecanismos que subyacen a la conducta infantil y a sus sutiles cambios con el aumento de la experiencia (véase, Munakata, 2001; véase también García Madruga, Carriedo y Gutiérrez, 2002). Para comprobar esta concepción gradualista sobre la adquisición de la permanencia del objeto, Munakata y colaboradores (1997) proponen una simulación mediante dos redes conexionistas, semejantes a las que veremos en el próximo apartado.

Como vemos, existen en la actualidad diferentes explicaciones de la adquisición del concepto de objeto. No obstante, siguiendo a Haith y Benson (1998, p. 211) podemos preguntarnos hasta qué punto podemos sustituir, en aras de la precisión, la amplitud de miras y carácter integrador de la teoría de Piaget:

“La investigación reciente sobre el concepto de objeto ha sido realmente interesante, incluso fascinadora, pero uno se queda con la sensación de que a los hallazgos y miniteorías alcanzados les falta el carácter integrador y evolutivamente comprensivo que hacen tan atractiva a la teoría de Piaget. Es posible que esta nueva tendencia sea inevitable, pero no estamos convencidos todavía. La teoría (de Piaget) puede necesitar modificaciones y una mejor especificación, quizás mediante una identificación de procesos concretos y de maduración neurofisiológica, pero no estamos dispuestos a desecharla y sustituirla por

miniteorías que son de alcance bastante más corto, algunas de las cuales adolecen de falta de análisis evolutivo, y se caracterizan por no facilitar mejor una alternativaviable”.

3.2. La adquisición de la gramática

Tres son los principales enfoques en la adquisición del lenguaje: el enfoque de la socialización que enfatiza la influencia del contexto social en el aprendizaje del lenguaje, el enfoque chomskiano que considera el lenguaje como un 'organo mental' o módulo innato, y el enfoque conexionista que aporta modelos de redes neuronales en la adquisición de los diversos procesos lingüísticos (véase, García Madruga y Carriedo, 2002). En este apartado nos centraremos principalmente en estos dos últimos enfoques y en su explicación de la adquisición del componente básico y central del lenguaje humano: la gramática.

La adquisición del lenguaje, especialmente la gramática, constituye uno de los argumentos básicos a favor de las explicaciones innatistas de la cognición. Según la teoría de Chomsky (1980) de los principios y parámetros, la gramática se concibe como un conjunto de principios y parámetros que determinan el rango posible de lenguas humanas. Las diferencias existentes entre las diversas lenguas estarían producidas por pequeños cambios en los principios universales ocasionados por el establecimiento de diferentes parámetros a partir de la experiencia lingüística a la que se ven expuestos los niños. La adquisición del lenguaje, por tanto, se reduciría al establecimiento en la gramática universal innata, de los adecuados parámetros que caracterizan la gramática específica de una lengua determinada. El argumento principal a favor de esta concepción tan radicalmente innatista es la profunda discrepancia que, según estos autores, existe entre el conocimiento lingüístico que muestran los niños pequeños y la relativamente poca experiencia lingüística que poseen. Este argumento supone la llamada 'pobreza del estímulo', es decir, que los niños son capaces de "aprender" muy rápidamente

su lengua materna a partir de, como decía Chomsky, unos datos lingüísticos primarios "muy reducidos y degradados".

Las concepciones innatistas del lenguaje, muestran una tendencia a resaltar su naturaleza y bases biológicas; así, Chomsky habla del "órgano" del lenguaje y Pinker habla del lenguaje como "instinto". Como ya resaltó Lenneberg (1967), el lenguaje posee unos muy importantes fundamentos biológicos que se ponen de manifiesto en dos rasgos del lenguaje humano. Nos referimos, en primer lugar, al hecho de que el lenguaje sea una característica limitada a nuestra especie; y, en segundo lugar, a las estrechas semejanzas que los lenguajes humanos muestran entre sí, tanto en sus características básicas como en sus pautas de adquisición, a pesar de las notables diferencias culturales.

Los defensores de las posiciones innatistas en la adquisición del lenguaje que subrayan especialmente la base biológica del lenguaje, tienden a minusvalorar el papel de la experiencia. Así, para los investigadores pertenecientes a la tradición chomskyana la experiencia tiene un papel de mero activador o "disparador" de un proceso de adquisición innato. El enfoque de la socialización, por el contrario, destaca el papel de la imitación y la estimulación lingüística temprana. Este enfoque sostiene una posición interaccionista que subraya que la clave no está principalmente en lo biológico o lo social, sino la interacción de ambos.

La interacción entre factores y experiencia resulta, por tanto, fundamental y para dar cuenta de una manera precisa y coherente de esta compleja interacción los psicólogos evolutivos pueden utilizar los modelos conexionistas. Estos modelos nos permiten imaginar cómo el lenguaje puede ser una característica emergente de la actuación, en interacción con el medio, de determinadas redes neuronales sometidas a restricciones biológicas de tipo innato.

Los modelos conexionistas, o teorías del procesamiento distribuido en paralelo (PDP), sostienen que hay que sustituir la metáfora del ordenador por una metáfora biológica, la del cerebro con sus conexiones neuronales. Según estas teorías, el procesamiento de la información

se realiza mediante un gran número de unidades que interactúan entre sí simultáneamente, enviándose señales de excitación o inhibición. Estas unidades están conectadas entre sí formando una red, y lo que hacen es recibir la entrada que les envían sus vecinas, a partir de la cual calculan un nuevo valor que les devuelven (véase, Rumelhart, McClelland y el grupo PDP, 1986; García Madruga, 1992). La singular capacidad computacional y de aprendizaje de las redes conexionistas explica su notable y creciente aplicación al campo del desarrollo.

El lenguaje humano es un instrumento comunicativo con características peculiares, entre las que cabe destacar su complejidad estructural. Cualquier expresión lingüística completa está formada por un conjunto de palabras que aparecen secuencialmente, en un orden lineal, pero que ocultan una compleja estructura de relaciones entre ellas, que incluye la existencia de diversos niveles jerárquicos. Veamos un ejemplo, a partir de una oración de relativo: "La joven que los policías perseguían, entró en la tienda". Esta oración aparentemente sencilla muestra uno de los rasgos más complejos y difíciles del lenguaje: la incrustación; es decir, el hecho de que una oración sencilla "La joven entró en la tienda", incluya dentro de ella, mediante el uso de un relativo, otra oración subordinada: "que los policías perseguían". Esta incrustación pone de manifiesto la existencia de dos niveles jerárquicos en la estructura de la oración, como puede observarse en la figura 2.

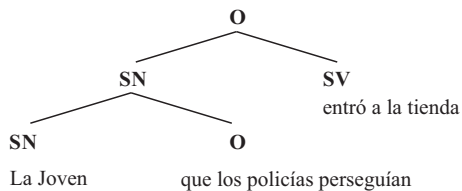


Figura 2. Representación simplificada, en forma de diagrama de árbol, de la oración: "La joven que los policías perseguían, entró en la tienda". O, SN y SV se refieren a oración, sintagma nominal y sintagma verbal, respectivamente.

Esta estructura incrustada proporciona los rasgos básicos para construir el significado de la oración ya que nos dice cómo se articula el significado en dos oraciones, una principal y otra subordinada. Además, la frase representada incorpora en su estructura una serie de regularidades gramaticales que la caracterizan, como son el hecho de que el verbo del sintagma verbal de la oración principal (entró) tenga que estar concertado con el sujeto del sintagma nominal (la mujer); de esta forma, no sirven formas verbales que no coincidan, por ejemplo, en el número (entraron). Uno de los atractivos de las oraciones con incrustación como la anterior es la dificultad que plantea su aprendizaje.

Elman (1993, 1999) ha mostrado que una red recurrente simple es capaz de simular la adquisición de este tipo de oraciones gramaticalmente complejas, en las que se incluyen diversas categorías gramaticales, verbos transitivos e intransitivos, concordancia de número entre el sujeto y el verbo, e incrustación mediante oraciones de relativo. Elman utilizó una red conexionista como la presentada en la figura 3, cuya tarea era recibir la entrada de una palabra, en un lenguaje artificial creado a propósito con las características anteriores, y predecir la palabra siguiente teniendo en cuenta la secuencia contextual. La red era entrenada desde el principio con muestras normales del lenguaje que se quería aprender, es decir, del lenguaje en toda su complejidad. A pesar de la capacidad computacional de este tipo de redes recurrentes, la red fue incapaz de realizar la tarea de predecir la siguiente palabra. Sin embargo, cuando en las primeras fases del entrenamiento se presentaba a la red un lenguaje simplificado, dominaba primero las características de éste y después era capaz de adquirir los rasgos típicos de las oraciones más complejas.

Ahora bien, el patrón de gradual incremento de la complejidad en la entrada no se corresponde de hecho con la estimulación lingüística que reciben los niños. Es cierto que en determinadas culturas los padres tienen tendencia a simplificar sus emisiones hacia los niños, y utilizan un

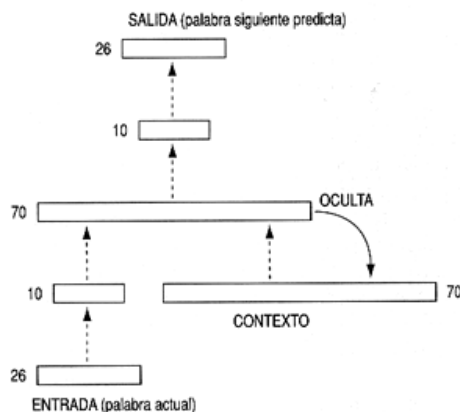


Figura 3. Red recurrente simple utilizada por Elman (1993) en la tarea de predicción de la siguiente palabra. Los rectángulos representan grupos de nodos de la red en diferentes estratos o capas, con el número de nodos al lado; las líneas con flecha indican conexiones entre las capas y el flujo de información; las líneas discontinuas representan conexiones cuyos pesos pueden ser cambiados mediante aprendizaje (realizado a partir de Elman, 1999, p. 11).

lenguaje “maternal”; sin embargo, este patrón no es universal y desde un punto de vista gramatical no se puede decir que la estimulación lingüística, en su conjunto, que reciben los bebés sea de menor complejidad estructural que la propia del lenguaje adulto normal. Necesitamos, por tanto, postular la influencia de una nueva variable que permita dar cuenta del incremento en la complejidad de la entrada: el desarrollo de la memoria operativa en los bebés.

Las capacidades de atención y memoria operativa en la primera infancia están muy limitadas en los primeros meses. Con el paso del tiempo se produce un incremento gradual en estas capacidades. Para simular este hecho, Elman utilizó las unidades de contexto que actuaban como una memoria operativa, que sufría un incremento gradual en su capacidad. Al principio, las unidades de contexto eran ajustadas de forma

que la red podía procesar únicamente secuencias cortas de dos o tres palabras. Posteriormente, la memoria operativa de la red era aumentada para que se procesaran secuencias de palabras crecientemente más largas (Elman, 1993, p 13)

De esta manera, la red era capaz de aprender primero los rasgos más sencillos de las oraciones más cortas y simples, para posteriormente ir aprendiendo los restantes rasgos gramaticales del lenguaje utilizado. Tenemos, por tanto, que la red ha sido capaz de simular la interacción entre una entrada sensorial, la estimulación lingüística recibida, y un factor de maduración biológica, el incremento en la memoria operativa en la primera infancia. Esta interacción muestra que las limitaciones tempranas de recursos procesamiento (las restricciones de la memoria operativa en los bebés) pueden actuar en forma sinérgica con la estimulación ambiental, en nuestro caso lingüística, para producir importantes beneficios evolutivos y la adquisición de capacidades intelectuales específicas. Este fenómeno ha sido denominado por Newport (1990) como la hipótesis de «menos-es-más», o en palabras de Elman (1993), “la importancia de empezar-pequeño”.

Estos trabajos no han pasado desapercibidos para la comunidad científica, que ha considerado que sus resultados constituyen un importante avance en nuestro conocimiento sobre los mecanismos del desarrollo cognitivo. En primer lugar, porque han mostrado que es posible aprender una gramática sin que ésta tenga que estar representacionalmente pre-especificada, algo que contradice a las posiciones innatistas. En segundo lugar, resulta especialmente atractivo el que este aprendizaje sea fruto, “emerja”, de la interacción entre la estimulación lingüística y una red que posee unas limitaciones que, con el paso del tiempo, disminuyen en progresivamente.

3.3. El desarrollo de las estrategias de pensamiento

En este apartado nos centraremos en los trabajos que Siegler y sus colaboradores han dedicado al análisis y descripción de las estrategias de

pensamiento, especialmente al estudio del desarrollo de la solución de problemas aritméticos (Siegler, 1996; 2001; véase también, García Madruga, Moreno y Gutiérrez, 2002). El análisis de la conducta infantil de solución de problemas aritméticos sencillos pone de manifiesto de forma especialmente clara una de las conclusiones centrales de sus investigaciones: en la resolución de problemas cotidianos, los niños (y también los adultos) tienen a su disposición un conjunto de estrategias diversas y la variabilidad en el uso de las mismas (entre los sujetos y en un mismo sujeto en momentos diferentes) es la norma. No es correcto, por tanto, sostener que en cada momento del desarrollo exista una estrategia característica. El patrón evolutivo clásico por el que el desarrollo podría ser descrito como un proceso simple de cambio de la estrategia 1 a la 2, de la 2 a la 3, de la 3 a la 4, etc., es por tanto incorrecto.

Analicemos, siguiendo a Siegler (2001), la diversidad y el desarrollo de las estrategias que muestran los niños en la tarea de adición o suma. En la tabla 2 vemos las estrategias más usuales utilizadas por los niños a partir de los 4 años, cuando suman “3 + 5”. La estrategia “sum” es la más usual entre los niños de esta edad y consiste en realizar la adición ayudándose de los dedos de las manos; en la estrategia “sum abreviada” el niño se puede ayudar también de los dedos, pero simplifica la operación al eliminar la presentación independiente de ambos sumandos (3 y 5 en nuestro ejemplo); en la estrategia “min” los niños realizan la adición a partir del sumando mayor (5 en nuestro ejemplo), comenzando por ese número o bien por el siguiente y ayudándose, a veces, de los dedos. La estrategia de “descomposición” consiste en dividir el problema en dos o más problemas más sencillos, tal y como se muestra en la tabla. Además de estas estrategias que implican algún tipo de cálculo, algunos niños utilizan las estrategias que llamamos de recuperación o conjetura por la que dan una respuesta al problema a partir de su conocimiento previo, más o menos firmemente establecido y recordado.

Como ya avanzamos, lo importante es que la gran mayoría de los niños entre 4 y 7 años utilizan

Tabla 2
Estrategias de adición en los niños pequeños (a partir de los 4 años).
Realizado a partir de Siegler (2001).

Estrategia	Uso típico de cada estrategia en la resolución de “3 + 5”
Sum	Levanta 3 dedos y dice “1, 2, 3”; levanta 5 dedos y dice “1, 2, 3, 4, 5”; cuenta todos los dedos y dice “1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8”.
Sum abreviada	Dice “1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8” y, quizás, simultáneamente levanta un dedo cada vez que cuenta.
Min	Dice “5, 6, 7, 8” o “6, 7, 8” y, quizás, simultáneamente levanta un dedo cada vez que cuenta por encima de 5.
Recuperación	Dice una respuesta y la explica diciendo “ya la sabía”.
Conjetura	Dice una respuesta y la explica diciendo “Supongo, imagino o creo”.
Descomposición	Dice “3 + 5 es como 3 + 3 = 6, +2, luego es 8”.

al menos tres de estas estrategias en la resolución de problemas aditivos sencillos y, además, un tercio de los sujetos utiliza una estrategia diferente cuando les volvemos a presentar el mismo problema una semana después (Siegler, 2001). Al tener a su disposición múltiples estrategias son capaces de resolver de forma más eficaz los diversos tipos de problemas a los que tienen que enfrentarse.

Siegler y Lemaitre (1995) han postulado la existencia de al menos cuatro cambios diferentes con la edad respecto al desarrollo de las estrategias aritméticas. En primer lugar, existe un cambio que implica el descubrimiento de nuevas estrategias; por ejemplo, la mayor parte de los niños descubren la estrategia 'min' en el curso del primer año de la enseñanza primaria. Un segundo cambio se refiere a la distribución relativa de las diversas estrategias; así, los niños más pequeños utilizan la estrategia 'sum' que tiende a descender con la edad; el uso de la estrategia 'min' aumenta al principio, con la llegada a la escuela, para decrecer posteriormente y ser sustituida por la estrategia de recuperación con el aumento de conocimientos de los años escolares. Un tercer cambio se refiere al

incremento en la eficacia del uso de las estrategias: con el paso de la edad los niños son más rápidos y precisos en la puesta en funcionamiento de las diversas estrategias. Un último cambio se refiere al carácter adaptativo de la selección que hacen entre las diversas estrategias para resolver un problema: con el incremento de su conocimiento y experiencia con problemas aritméticos, los niños escogen cada vez más frecuentemente aquella estrategia que se adapta mejor a cada problema.

Como vemos, la perspectiva sobre el desarrollo del pensamiento que proporcionan los trabajos de Siegler y sus colaboradores sobre las estrategias infantiles está bastante alejada de las primeras concepciones del enfoque cognitivo. El desarrollo ya no puede ser descrito como una secuencia de estadios como defienden la teoría de Piaget y algunas de las teorías neopiagetianas. Tampoco como la adquisición de reglas en un sistema computacional de reglas de producción, como el propio Siegler, junto con Klahr, propuso como alternativa en la tarea piagetiana de la balanza (Klahr y Siegler, 1978). Por el contrario, el proceso de adquisición y desarrollo de las estrategias descrito es un proceso complejo, en el

que los cambios se producen a la vez en las diversas estrategias y los avances son fruto de la experiencia con muy diversos tipos de problemas a los cuales se adapta la conducta de los niños. No es posible, por tanto, mantener la representación tradicional del desarrollo como una serie de estadios, niveles o escalones, cada uno montado sobre el anterior como en una escalera. La representación que tenemos actualmente del desarrollo se acerca más a la de un conjunto de olas que se solapan y que se transforman con el paso del tiempo, como adecuadamente supo describir Case (1998; véase la figura 4).

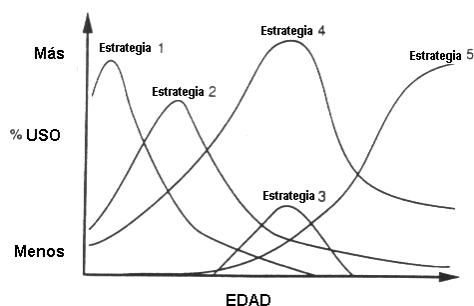


Figura 4. Representación del desarrollo estratégico (tomado de Case, 1998)

4. A modo de conclusión: la explicación del desarrollo cognitivo

Nuestro recorrido hasta ahora nos ha llevado a tener una visión cada vez más compleja del desarrollo cognitivo. Para tratar de dar cuenta de esta complejidad y proporcionar alguna explicación al enigma básico sobre el desarrollo de la cognición humana con el que comenzamos nuestro trabajo resulta conveniente utilizar dos conceptos, estrechamente interrelacionados, que constituyen el armazón básico de las disciplinas evolutivas; nos referimos a los conceptos de cambio y estructura.

El cambio se refiere al estudio de la génesis y transformación de las conductas y procesos mentales de los individuos a lo largo del tiempo; es decir, constituye la perspectiva diacrónica. El

análisis de las características específicas de los procesos de cambio cognitivo plantea el problema básico de la existencia o no de continuidad y/o discontinuidad. La continuidad implica o bien constancia en determinados rasgos o caracteres, o bien un tipo de cambios aditivos, cuantitativos; por otra parte, la discontinuidad supone necesariamente la aparición o emergencia de rasgos o características nuevas en el desarrollo, es decir, la existencia de transformaciones, de cambios cualitativos.

A este respecto, la concepción piagetiana, así como las posiciones neopiagetianas más actuales, parten de la existencia de cambios estructurales y cualitativos a través de sucesivos estadios. Por el contrario, los enfoques computacionales han propuesto una visión radicalmente diferente del desarrollo y de los cambios que subyacen a la conducta de los sujetos que niega la existencia de cambios cualitativos y estadios en el desarrollo. En algunos casos, como vimos en el enfoque de los principios sobre la adquisición de la noción de objeto o en las teorías de corte chomskiano sobre la adquisición de la gramática, lo que se resalta es el carácter innato de las capacidades cognitivas humanas; en otros, sin negar la influencia de los componentes innatos, se pone el acento en la importancia de los procesos de memoria, y los conocimientos y estrategias que utiliza el sujeto. Esta última concepción, es probablemente la compartida por la mayoría de los investigadores y puede ser caracterizada a partir de las palabras de Klahr (1980) quien sostiene que “los niños parecen tener déficits en conocimientos anteriores de hechos, procedimientos y estrategias, en el control de la atención y en la utilización de los procesos de memoria”. En esta línea, el incremento con la edad en la memoria operativa, debido a cambios en la capacidad de almacenamiento y, especialmente, a la eficacia en la realización de los procesos cognitivos, se ha convertido en la variable clave en la explicación de las diferencias evolutivas (Case, 1985; Pascual-Leone, 1980).

Con respecto a los mecanismos de explicación del cambio, la principal aportación que ha sido realizada en las últimas décadas es, sin

duda, la proporcionada por las simulaciones conexionistas del desarrollo y, más recientemente, por enfoques complejos cercanos basados en los sistemas evolutivos dinámicos (Smith y Thelen, 2003; Spencer, Thomas y McClelland, 2009; véase también Gutiérrez, Luque y García Madruga, 2002) Los trabajos de un conjunto importante de investigadores utilizando modelos de redes neuronales han permitido “repensar” el innatismo y poner de manifiesto cómo muchos de los rasgos más característicos de la conducta cognitiva “emergen” del funcionamiento de determinadas redes neuronales enfrentadas a situaciones estímulares adecuadas (Elman y otros, 1996). De hecho, el enfoque conexionista proporciona los mecanismos específicos que permiten sostener sobre bases sólidas y precisas las concepciones constructivistas en psicología. Tanto el constructivismo de origen Piagetiano como el Vygotskiano han encontrado un importante aliado en las posibilidades explicativas que aportan las redes conexionistas (véase Cobos, 2005).

En cuanto al concepto de estructura, entendemos por ésta la organización de las conductas y procesos cognitivos del sujeto en un momento temporal determinado; es decir, constituye la perspectiva sincrónica, atemporal, en el estudio del desarrollo cognitivo. En el análisis de la estructura de la cognición se plantea el problema clave del grado de unidad entre las conductas y procesos intelectuales en un momento determinado del desarrollo, o en otras palabras, la existencia o no de homogeneidad-estabilidad y/o heterogeneidad-variación en la cognición humana.

Existen concepciones, como las que sostienen un modularismo masivo, que niegan la existencia de homogeneidad alguna en el desarrollo y, por tanto, la posibilidad siquiera de hablar de estadios generales del desarrollo. Para estas concepciones, el sistema cognitivo humano estaría formado por un conjunto de procesos cognitivos locales, modulares, de naturaleza innata, e independientes unos de otros, es decir encapsulados. Estas concepciones, tan de moda en la ciencia cognitiva (véase, por ejemplo, Pinker, 1997), niegan la existencia de procesos centrales,

no modulares, yendo más allá de lo que Fodor y Chomsky han sostenido.

La modularidad masiva resulta en nuestra opinión incorrecta (García Madruga, 2003). En primer lugar, es incorrecta porque no hay evidencia neurológica que la confirme (véase, Karmiloff-Smith, Scerif y Ansari, 2003) y, sobre todo, porque la evidencia psicológica en muy diferentes campos, como la comprensión de textos o el pensamiento, ha mostrado la naturaleza profundamente interactiva del procesamiento. Desde el punto de vista del desarrollo, como Flavell sostenía hace más de tres décadas (1982), es necesario dar cuenta tanto de la homogeneidad como de la heterogeneidad en el desarrollo; asimismo, como la investigación ha puesto de manifiesto y los modelos conexionistas confirman, existen mecanismos básicos de aprendizaje y desarrollo aplicables en diferentes dominios cognitivos. Además, tanto en su propuesta original sobre la modularidad de la mente (1983), como en su revisión del 2000, Fodor advierte que junto a los procesos locales de tipo modular, existen necesariamente también procesos globales no modulares. Estos procesos centrales, entre los que estarían algunos de los más relevantes de la cognición humana, como la memoria, el pensamiento o la emoción, estarían caracterizados por un funcionamiento basado en el intercambio de información, es decir, no encapsulado; y no estarían orientados y restringidos de forma innata, sino que serían fruto de adquisiciones y aprendizajes largos y complejos.

Quizás merezca la pena terminar este trabajo con una cita de Fodor que introduce un necesario toque de humildad en nuestro conocimiento sobre la cognición, y que encabeza su crítica a las concepciones de la modularidad masiva:

“El engreimiento en la ciencia cognitiva es algo que tiene que ser especialmente evitado ya que no sólo es inapropiado, sino también incorrecto...lo que nuestra ciencia cognitiva ha descubierto acerca de la mente consiste, principalmente, en que no sabemos cómo funciona” (Fodor, 2000, p. 100, traducción propia).

Referencias

- Baillargeon, R. (1987). Object permanence in 3.5 and 4.5 month-old infants. *Developmental Psychology*, 23, 655-664.
- Bower, T. G. R. (1979). *El desarrollo del niño pequeño*. Madrid: Debate.
- Case, R. (1985). *Intellectual Development: Birth to Adulthood*. New York: Academic Press. Trad. cast. *El desarrollo intelectual*. Barcelona: Paidós, 1989.
- Case, R. (1998). The Development of Conceptual Structures. En D. Kuhn y R. Siegler (Eds.), *Handbook of Child Development, Vol. 2: Cognition, Perception and Language*. Nueva York: Wiley and Sons.
- Chomsky, N. (1980). *Rules and Representations*. N. York: Columbia University Press. Versión castellana, *Reglas y representaciones*. México: Fondo de Cultura Económica, 1983.
- Cobos, P. L. (2005). *Conexionismo y Cognición*. Madrid: Pirámide.
- Donald, M. (1991). *Origins of Modern Mind: Three Stages in the Evolution of Culture and Cognition*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press
- Elman, J.L. (1993). Learning and development in neural networks: The importance of starting small. *Cognition*, 48, 71-99.
- Elman, J.L. (1999). The Emergence of Language: A Conspiracy Theory. In B. MacWhinney (ed.), *The Emergence of Language*. Mahwah, N.J.: LEA.
- Elman, J. L., Bates, E.A., Johnson, M.H., Karmiloff-Smith, A., Parisi, D., y Plunkett, K. (1996). *Rethinking Innateness: A Connectionist Perspective on Development*. Cambridge, MA: MIT press.
- Flavell, J. H. (1982). On cognitive development. *Child Development*, 53, 1-10.
- Fodor, J. (1972). Some reflections on L. S. Vygotsky's "Thought and Language". *Cognition*, 1, 83-95.
- Fodor, J. (1983). *The Modularity of Mind*. Cambridge, Mass: Bradford Books, MIT Press. Versión española en Morata, 1986.
- Fodor, J. (2000). *The mind doesn't work that way*. Ferguson, C.J., San Miguel, C., Kilburn, J.C., & Sánchez, P. (2007). The effectiveness of school-based anti-bullying programs: A meta-analytic review. *Criminal Justice Review*, 32, 401-414. doi:10.1177/0734-016807311712
- Cambridge, Mass: Bradford Books, MIT Press.
- García Madruga, J. A. (1991). *Desarrollo y conocimiento*. Madrid: Siglo XXI.
- García Madruga, J. A. (1992). Introducción a la edición española. En Rumelhart, D.E., McClelland, J.L. y el grupo PDP, *Introducción al procesamiento distribuido en paralelo*. Madrid: Alianza.
- García-Madruga, J. A. (2003). La modularidad de la mente veinte años después: desarrollo cognitivo y razonamiento. *Anuario de Psicología*, 34 (4), 522-529.
- García Madruga, J. A. y Carriedo, N. (2002). La adquisición del lenguaje. *Desarrollo del léxico y la gramática*. En J.A. García Madruga, F. Gutiérrez y N. Carriedo (eds.), *Psicología Evolutiva II. Desarrollo Cognitivo y Lingüístico*. Vol. 1. Madrid: UNED, pp.287-321.
- García Madruga, J. A., Carriedo, N y Gutiérrez, F. (2002). El desarrollo cognitivo en la primera infancia: la inteligencia sensoriomotriz, la imitación y el concepto de objeto. En J.A. García Madruga, F. Gutiérrez y N. Carriedo (eds.), *Psicología Evolutiva II. Desarrollo Cognitivo y Lingüístico*. Vol. 1. Madrid: UNED, pp.217-248.
- García Madruga, J. A. y Delval, J. (eds.) (2010). *Psicología del Desarrollo I*. Madrid: UNED
- García Madruga, J. A., Carriedo, N y Gutiérrez, F. (eds.) (2002). *Psicología Evolutiva II. Desarrollo Cognitivo y Lingüístico*. Vol. 1. Madrid: UNED
- García Madruga, J. A., Moreno, S. y Gutiérrez, F. (2002). El desarrollo de la solución de problemas y el razonamiento. En F. Gutiérrez, J.A. García Madruga, y N. Carriedo (eds.), *Psicología Evolutiva II. Desarrollo Cognitivo y Lingüístico*. Vol. 2. Madrid: UNED, pp. 167-199.

- Gopnik, A., Meltzoff, A. y Kuhl, P. (1999). *The Scientist in the Crib. Minds, Brains and How Children Learn*. New York: William Morrow and Company.
- Gutiérrez, F., Luque, J.L. y García Madruga, J. A. (2002). Los enfoques dinámicos. El conexionismo y los sistemas evolutivos dinámicos. En F. Gutiérrez, J.A. García Madruga, F. y N. Carriedo (eds.), *Psicología Evolutiva II. Desarrollo Cognitivo y Lingüístico*. Vol. 2. Madrid: UNED, pp. 167-199.
- Haith, M.M. y Benson, J.B. (1998). Information Processing. In D. Kuhn y R. Siegler (Eds.), *Handbook of Child Development*, Vol. 2: Cognition, Perception and Language. Nueva York: Wiley and Sons.
- Hess, E. (1973). *Imprinting*. Nueva York: Litton Educational Publishing. Traducción española, Improntación. México: Trillas, 1977.
- Johnson, M. H. (1998). The Neural Basis of Cognitive Development. En D. Kuhn y R. Siegler (Eds.), *Handbook of Child Development*, Vol. 2: Cognition, Perception and Language. Nueva York: Wiley and Sons.
- Karmiloff-Smith (1992). *Beyond modularity*. Cambridge, Mass.: MIT Press. Traducción española, Más allá de la modularidad. Madrid: Alianza, 1994.
- Karmiloff-Smith, A. Scerif, G. y Ansari, D. (2003). Double Dissociations in Developmental Disorders? Theoretically Misconceived, Empirically Dubious. *Cortex*, 39, 161-163.
- Klahr, D. (1980). Information-Processing models of intellectual development. En R. H. Kluwe y H. Spada. (Eds.), *Developmental Models of Thinking*. London: Academic Press. Trad. cast. en M. Carretero y J.A. García Madruga. (Eds.) (1984). *Lecturas de psicología del pensamiento*. Madrid: Alianza Psicología.
- Klahr, D. (1989). Information-Processing Approaches. In R. Vasta (Ed.), *Annals of Child Development*, vol. 6 (pp. 133-185). Greenwich, CT: JAI Press.
- Klahr, D. y Siegler, R.S. (1978). The representation of children's knowledge. En H.W. Reese y L.P. Lipsitt (eds.), *Advances in child development and behavior*. Vol. 12. Nueva York: Academic Press.
- Lenneberg, E.H. (1967). *Biological Foundations of Language*. Nueva York: Wiley. Versión española en Alianza Editorial, Madrid, 1975.
- Moreno Ríos, S. (2005). *Psicología del desarrollo cognitivo y adquisición del lenguaje*. Madrid: Biblioteca Nueva.
- Munakata, Y, McClelland, J.L., Johnson, M.H. y Siegler, R. (1997). Rethinking infant knowledge: Toward an adaptive process account of successes and failures in object permanence tasks. *Psychological Review*, 104 (4), 686-713.
- Munakata, Y. (2001). *Task Dependency in Infant Behavior: Toward an Understanding of the Process Underlying Cognitive Development*. In F. Lacerda, C. von Hofsten y Mikael Heiman (eds.), *Emerging Cognitive Abilities in Early Infancy*. Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Nelson, K. (1996). *Language in Cognitive Development. The Emergence of Mediated Mind*. Cambridge. U.K: Cambridge University Press.
- Newport, E.L. (1990). Maturational Constraints on Language Learning. *Cognitive Science*, 14, 11-28.
- Pascual-Leone, J. (1980). Constructive problems for constructive theories: the current relevance of Piaget's work and a critique of information-processing simulation psychology. En R. H. Kluwe y H. Spada (Eds.) *Developmental Models of Thinking* London: Academic Press. Traducción castellana en M. Carretero & J. A. García Madruga (Eds.) (1984). *Lecturas de psicología del pensamiento*. Madrid: Alianza Psicología.
- Piaget, J. (1936). *La naissance de l'intelligence chez l'enfant*. Neuchâtel-Paris: Delachaux and Niestlé. Traducción española, El nacimiento de la inteligencia en el niño. Madrid: Aguilar, 1969.
- Piaget, J. (1937). *La construction du réel chez*

- l'enfant. Neuchâtel-Paris: Delachaux and Niestlé. Traducción española, El nacimiento de la inteligencia en el niño. Madrid: Aguilar, 1969.
- Piaget, J. (1937). *La construction du réel chez l'enfant*. Neuchâtel-Paris: Delachaux and Niestlé. Traducción española, *La construcción de lo real en el niño*. Buenos Aires: Proteo.
- Piatelli-Palmerini, M. (ed.) (1979). *Language and learning: the debate between Chomsky and Piaget*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
- Pinker, S. (1997) *How the mind works*. N. York: Norton.
- Rivière, A. (1991). *Objetos con mente*. Madrid: Alianza.
- Rumelhart, D. E. y McClelland, J. L. y the PDP research group (1986). *Parallel distributed processing*. Vol. I. Cambridge, MA: MIT Press. Versión española reducida dirigida por Juan A. García Madruga, en Rumelhart, D.E., McClelland, J.L. y el grupo PDP (1992). *Introducción al procesamiento distribuido en paralelo*. Madrid: Alianza.
- Siegler, R.S. (1996). *Emerging minds: The process of change in children's thinking*. New York: Oxford University Press.
- Siegler, R.S. (2001). *Children Discoveries and Brain Damaged Patients' Rediscoveries*. En J. L. McClelland y R. S. Siegler, *Mechanisms of Cognitive Development*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Smith, L. B., & Thelen, E. (2003). *Development as a dynamic system*. *Trends in Cognitive Sciences*, 7, 343-348.
- Spelke, E. (1994). *Initial knowledge: Six suggestions*. *Cognition*, 50, 431-446
- Spencer, J. P., Thomas, M. S. C. & McClelland, J. L. (2009). *Toward a unified theory of development: Connectionism and dynamic systems theory reconsidered*. London, England: Oxford University Press.