

Alianza Psicología Minor

Annette Karmiloff-Smith

Más allá de la modularidad

La ciencia cognitiva desde la perspectiva
del desarrollo

Versión española de
Juan Carlos Gómez Crespo (capítulos 1 a 4 y 7 a 9)
María Núñez Bernardos (capítulos 5 y 6)

Alianza Editorial

Psicolinguística

~~5/787~~
55 cop

Reservados todos los derechos. De conformidad con lo dispuesto en el art. 534-bis del Código Penal vigente, podrán ser castigados con penas de multa y privación de libertad quienes reprodujeren o plagieren, en todo o en parte, una obra literaria, artística o científica fijada en cualquier tipo de soporte sin la preceptiva autorización.

- © 1992 Massachusetts Institute of Technology
- © Ed. cast.: Alianza Editorial, S. A., Madrid, 1994
- Calle Juan Ignacio Luca de Tena, 15; 28027 Madrid; teléf. 741 66 00
- ISBN: 84-206-7711-6
- Depósito legal: M. 40.315-1994
- Fotocomposición: EFCA, S. A.
- Avda. Doctor Federico Rubio y Galí, 16. 28039 Madrid
- Impreso en: Milofe, S. L. Río Tormes, 12. Pol. Ind. «El Nogal». Algete (Madrid)
- Printed in Spain

manuscrito se acercaba a su fin; ¡sé que, de haber sido posible, me habría enviado té de jazmín a través del correo electrónico para ayudarme a superar las últimas noches! Paul Bethge, de MIT Press, ha realizado un espléndido trabajo editorial. Igor Karmiloff me ayudó con sus sugerencias editoriales como profesional fuera del campo de la psicología y me permitió usar su hermoso hogar de Provenza para escribir algunos de los capítulos.

Por último, quiero expresar mi especial agradecimiento a mis queridos amigos Marek Dobraczynski Johnson y Samuel Guttenplan. Leyeron, releeron y (¡oh, no, otra vez no!) volvieron a leer diferentes partes del texto, dándome su impresión desde el punto de vista de la neurociencia cognitiva y la filosofía, respectivamente. Le estaré eternamente agradecida a Samuel por haberme convencido de que me gastara todos mis ahorros en un buen ordenador, y a Marek a quien debo especial agradecimiento por tantas cosas, entre otras por arrastrarme a ir a conciertos de jazz y exposiciones de arte como gentil recordatorio de que hay más cosas en la vida que escribir un libro (él ya había terminado el suyo). Fiona Crampton-Smith y Connie Musicant me sacaron a hacer ejercicio cuando menos me apetecía pero más lo necesitaba. Mis hijas, Yara y Kyra, leyeron varios fragmentos del manuscrito haciéndome comentarios crudos, pero valiosos, sobre su ininteligibilidad; también aprendieron a invertir los papeles y cuidarme ellas a mí.

Capítulo 1

EL DESARROLLO, TOMADO EN SERIO

La naturaleza se las ha arreglado para tener las dos cosas, lo mejor de los sistemas estúpidos pero rápidos y lo mejor de los sistemas contemplativos pero lentos, simplemente negándose a elegir entre ambos.
(Fodor, 1985, p. 4).

¿Se ha parado a pensar alguna vez en la gran cantidad de psicólogos infantiles que son reacios a atribuir predisposiciones innatas al bebé humano? Estos psicólogos, en cambio, no dudarían en hacerlo con respecto a la hormiga, la araña, la abeja o el chimpancé. ¿Por qué iba la Naturaleza a dotar a todas las especies, excepto a la humana, de predisposiciones específicas? Pero, si resulta que todas las especies poseen predisposiciones de ese tipo, que la mayoría es capaz de sostener una meta aunque cambien las condiciones ambientales y que la mayoría tiene también la capacidad de aprender en interacción con sus congéneres y el entorno físico, ¿qué tiene entonces de especial el conocimiento humano? ¿Se trata sencillamente de que el *contenido* del conocimiento difiere de una especie a otra? ¿Es el lenguaje el que hace que los seres humanos seamos especiales? ¿O es que en la mente humana se ponen en juego procesos cualitativamente distintos? ¿El cambio cognitivo del ser humano afecta a todos los dominios del conocimiento simultáneamente o el desarrollo se produce de manera específica en cada dominio? ¿Son las diferencias entre especies importantes sólo en lo que respecta al conocimiento de los individuos adultos o los seres humanos difieren de las demás especies desde el momento mismo del nacimiento?

El objetivo de este libro es abordar estas cuestiones y demostrar que al niño recién nacido se le pueden atribuir distintas predisposiciones innatas, sin que eso suponga negar el papel de los ambientes físico y sociocultural ni poner en peligro esa convicción tan profundamente asentada en nosotros, de que somos especiales: creativos, de cognición flexible, capaces de reflexionar conscientemente, de hacer invenciones e

innovaciones y, en ocasiones, también de cometer estupideces sin límite.

¿Es modular la arquitectura inicial de la mente infantil?

El libro publicado por Fodor en 1983, *La modularidad de la mente* (que critico más adelante), tuvo una importante repercusión sobre las teorías del desarrollo porque sugería cómo las tesis innatista y de la especificidad de dominios del conocimiento son pertinentes para el problema de cuáles son las restricciones que posee la arquitectura de la mente humana. Para Fodor, la idea de «arquitectura» se refiere a la organización mediante especificaciones innatas relativamente fijas y sumamente restringidas, es decir, a los rasgos invariantes del sistema de procesamiento de información del ser humano. A diferencia de Bruner (1974-75) y Piaget (1952b), que defienden la idea de que el desarrollo es general para todos los dominios, Fodor sostiene la idea de que la mente está compuesta de «módulos» o sistemas de entrada de datos genéticamente especificados, de funcionamiento independiente y dedicados a propósitos específicos¹. Al igual que Fodor, voy a usar las expresiones «módulo» y «sistema de entrada de datos» [input systems] como sinónimos. Cada módulo funcionalmente distinto tiene procesos propios con dedicación exclusiva y posee sus propias entradas de datos.

Según Fodor, la información procedente del ambiente externo, pasa primero por un sistema de transductores sensoriales, los cuales transforman los datos poniéndolos en el formato que puede procesar cada sistema especializado de entrada. A su vez, cada sistema de entrada produce datos en un formato común adecuado para el procesamiento central de dominio general. Se considera que los módulos están preestablecidos (es decir, no se montan a partir de procesos más primitivos), poseen una arquitectura nerviosa fija, son específicos de cada dominio, rápidos, autónomos, obligatorios, automáticos, están activados por el estímulo, producen datos superficiales/poco elaborados *shallow y son insensibles a las metas cognitivas de los procesos centrales.

Una característica adicional de los módulos es que se encuentran informalmente encapsulados (o, en palabras de Pylyshyn [1980], son «cognitivamente impenetrables»). Las otras partes de la mente no pueden influir en el funcionamiento interno de un módulo, ni tener acceso a él, sólo a los datos que produce. Los módulos sólo tienen acceso a la información procedente de estadios de procesamiento situados a niveles inferiores, no a la información de procesos que ocurren de arriba abajo. Esto

quiere decir que lo que nuestra mente sabe o cree no puede afectar al funcionamiento de un módulo.

Para Fodor, la característica esencial de los módulos es su encapsulamiento informativo. No se pronuncia acerca de si los módulos también pueden considerarse encapsulados desde el punto de vista de los recursos (es decir, si distintos módulos pueden compartir, pongamos por caso, unos mismos algoritmos inductivos²). En defensa del encapsulamiento informativo, Fodor cita el ejemplo de las ilusiones perceptivas, como la ilusión de Müller-Lyer (figura 1.1). En esa ilusión, aunque los sujetos hayan medido las dos líneas y, por consiguiente, tengan conocimiento explícito de que miden lo mismo, no pueden dejar de ver una de las líneas como si fuera más larga que la otra, en función de la dirección en que se orientan las puntas de flecha de sus extremos. El conocimiento explícito del sujeto sobre la igualdad de longitud de las líneas, localizado en lo que Fodor llama el «sistema central», no se encuentra a disposición del sistema perceptivo para computar las longitudes relativas. En otras palabras, el módulo de procesamiento perceptivo es independiente y no tiene acceso a la información de otras partes de la mente. Gallistel (1990) da una definición similar al analizar la arquitectura cognitiva de otras especies. Por ejemplo, aunque la rata puede representar datos no geométricos (tales como el color, el olor y la textura) y puede utilizarlos con diferentes propósitos, el sistema que este animal posee para determinar su posición y orientarse en el espacio sólo puede hacer uso de datos geométricos. Es impenetrable para la información procedente de fuentes no geométricas, aunque se trate de datos sumamente importantes para la meta que en ese momento tenga la rata.

Para Fodor, lo que define a un módulo o sistema de entrada de datos es la presencia conjunta de todas las propiedades mencionadas antes. La aparición de propiedades aisladas no entraña necesariamente modularidad. Por ejemplo, el procesamiento rápido y automático también puede tener lugar fuera de los sistemas de entrada. Anderson (1980) da algunos ejemplos relativos al aprendizaje de habilidades³. Según él, al aprender una habilidad nueva, los sujetos al principio se concentran consciente-

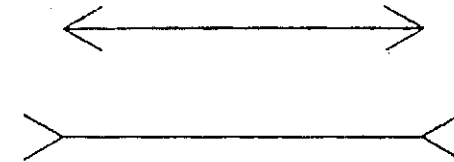


FIGURA 1.1. La ilusión de Müller-Lyer.

4

mente sobre sus partes componentes pero, una vez logrado el aprendizaje de la habilidad, esas partes se «compilan» formando un procedimiento, que se ejecuta de manera rápida, automática e inconsciente. Este tipo de maestría o pericia en tareas específicas no debe confundirse con el concepto fodoriano de módulo, que además incluye las características de ser de una pieza, tener arquitectura nerviosa fija, realizar un procesamiento obligatorio activado por el estímulo, estar informativamente encapsulado y ser insensible a las metas cognitivas centrales.

Cada módulo es como un ordenador diseñado con un propósito especial y dotado de su propia base de datos privada. Por «privada» Fodor entiende que un módulo sólo puede procesar ciertos tipos de datos desentendiéndose automáticamente de otras fuentes de información potencialmente competitivas. Un módulo computa en la modalidad de abajo-arriba un tipo limitado de entradas específicas de información; es decir, se centra exclusivamente en entidades relevantes para sus propias capacidades de procesamiento. Además, un módulo tiene que ponerse a computar siempre que aparezcan los datos pertinentes; es decir, un sistema de entrada de datos no puede abstenerse de procesar las entradas pertinentes que le lleguen. De esta manera, asegurándose de que el organismo sea insensible a muchas clases potenciales de información procedentes de otros sistemas de entrada y a las expectativas que, de arriba abajo, genera el sistema central, se favorece la automaticidad y la velocidad del procesamiento.

Los sistemas de entrada son, por consiguiente, partes de la mente humana inflexibles y carentes de inteligencia. Representan la estupidez de la máquina; pero también son lo que un organismo joven necesitaría precisamente para que su conocimiento inicial alzase el vuelo de manera rápida y eficiente.

Mi idea es que el desarrollo implica un proceso que consiste en ir más allá de la modularidad. En cambio, para Fodor el desarrollo es algo que no existe en realidad. Lo que Fodor hace es postular una dicotomía preestablecida entre lo que los sistemas de entrada computan a ciegas y lo que el organismo «cree». Es en el «procesamiento central» en donde se erige el sistema de creencias humano, al derivar hipótesis de arriba abajo sobre cómo es el mundo gracias a la interacción entre los productos que salen de los sistemas de entrada y lo que se encuentra ya almacenado en la memoria a largo plazo. Fodor considera que, al contrario que los sistemas de entrada, el procesamiento central está influido por lo que el sistema ya conoce y, por consiguiente, es un proceso relativamente no encapsulado, lento, no obligatorio, controlado, a menudo consciente e influido por metas cognitivas globales. El procesamiento central recibe información de

cada sistema de entrada en un formato representacional común, que es el «lenguaje del pensamiento» (Fodor, 1976). Por lo tanto, el procesamiento central es de propósito general y está consagrado a la fijación de creencias, la elaboración de conocimiento enciclopédico y la planificación de acciones inteligentes, en contraposición a las computaciones de propósito especial o dominio específico, que realizan los módulos.

Aunque acepto la importancia que tienen distintos aspectos de la tesis de Fodor para comprender la arquitectura de la mente humana, en este libro voy a desarrollar un punto de vista que se aparta de la idea de que los módulos se encuentran predeterminados en detalle y pone en cuestión el rigor de la dicotomía que Fodor establece entre módulos y procesamiento central. También voy a atacar la pretensión de Fodor de que el producto que sale de los sistemas de entrada se codifica automáticamente en un único lenguaje, común, del pensamiento.

Módulos predeterminados y proceso de modularización

La detallada descripción que Fodor hace del encapsulamiento de los módulos se centra fundamentalmente en el papel que desempeñan en el procesamiento «en directo» (*on line*). Apenas analiza el cambio ontogenético salvo para admitir la posibilidad de crear módulos nuevos (tales como un módulo de lectura). Fodor da por demostrado que los módulos del lenguaje hablado y la percepción visual se encuentran innatamente determinados. En cambio, yo quiero trazar una distinción entre la noción de módulos predeterminados y la de proceso de modularización (que de acuerdo con mis especulaciones, ocurriría de forma reiterada como *producto* del desarrollo). En esto me aparto de la estricta concepción innatista de Fodor. Mi hipótesis es que si la mente humana termina poseyendo una estructura modular, entonces es que, incluso en el caso del lenguaje, la mente se modulariza a medida que avanza el desarrollo. Mi postura tiene en cuenta la plasticidad del desarrollo temprano del cerebro (Neville, 1991; Johnson, 1993). Resulta plausible que una cantidad muy limitada de predisposiciones determinadas innatamente y específicas de cada dominio (que no sean estrictamente modulares) basten para restringir las clases de datos de entrada que procesa la mente del bebé. Puede plantearse así la hipótesis de que, con el tiempo, se seleccionan progresivamente circuitos cerebrales para diferentes computaciones de dominio específico, llegando en ciertos casos a formarse módulos relativamente encapsulados. Por consiguiente, cuando en este libro utilizo la expresión «innatamente especificado», no pretendo referirme a nada parecido a una plantilla gené-

tica, presente desde el nacimiento, que predeterminaría los módulos⁶. Lo que yo defiendo, como quedará claro más adelante, es la existencia de predisposiciones especificadas innatamente que son más epigenéticas de lo que admite el innatismo de Fodor. El punto de vista que adopto a lo largo de este libro es que la naturaleza específica sesga o predisposiciones iniciales que canalizan la atención del organismo hacia los datos pertinentes del ambiente, los cuales, a su vez, influyen sobre el desarrollo posterior del cerebro.

La tesis de que el desarrollo consiste en un proceso de modularización gradual en lugar de en un conjunto de módulos predeterminados, sigue siendo, en estos momentos, una especulación. Por consiguiente, no se va a desarrollar más en este libro. Sin embargo, merece la pena mencionarla en este capítulo introductorio para dar una idea de hasta qué punto me parece que las concepciones de Fodor son útiles para reflexionar sobre la mente humana y hasta qué punto propongo que se hagan ciertas modificaciones. Junto con bastantes otros investigadores del desarrollo cognitivo, creo que la tesis de Fodor ha servido para poner de relieve dónde es probable que los enfoques de dominio general del desarrollo, tales como el de Piaget, estén equivocados. Pero en este libro voy a defender una concepción del desarrollo más dinámica que la modularidad de la mente de Fodor.

La opción entre módulos predeterminados y proceso de modularización es de naturaleza empírica. Sólo la investigación futura mediante estudios de activación cerebral en directo con recién nacidos y bebés de pocos meses podrá decidir entre estas dos hipótesis. Si la tesis de Fodor sobre la predeterminación de la modularidad fuese correcta, esos estudios deberían mostrar cómo, desde el principio mismo, hay circuitos cerebrales específicos que se activan en respuesta a datos específicos de cada dominio. En cambio, si fuese correcta la tesis de la modularización, al principio los niveles de activación deberían encontrarse relativamente distribuidos por el cerebro y, sólo con el tiempo (un tiempo que podría ser corto o relativamente largo durante la infancia), habría circuitos específicos que se activasen sistemáticamente en respuesta a datos de entrada específicos de cada dominio⁸. La tesis de la modularización nos permite especular sobre el hecho de que, aunque existan sesgos atencionales controlados madurativamente y predisposiciones específicas para cada dominio que canalizarían el desarrollo temprano del niño, esta dotación innata interactuaría de manera compleja con los datos ambientales, viéndose a su vez influida por ellos.

Con independencia de sus inconvenientes, la tesis fodoriana de la modularidad ha dado a la ciencia cognitiva mucha materia de reflexión. A pesar de lo cual, mi propósito es atacar el rechazo por parte de Fodor de la importancia de la perspectiva del desarrollo en la ciencia cognitiva. En mi

opinión, los procesos de desarrollo son la clave para comprender la mente del adulto. Más aún, pongo en cuestión esa afirmación de Fodor, tan frecuentemente citada, según la cual «es probable que los límites de la modularidad sean también los límites de lo que seamos capaces de comprender sobre la mente» (1983, p. 126). Voy a defender la idea de que los científicos cognitivos pueden ir más allá de la modularidad y estudiar los aspectos más creativos del conocimiento humano. Pero mi tesis es que esta empresa se verá enormemente facilitada si abordamos el problema desde la perspectiva del desarrollo.

¿Qué constituye un dominio?

Con independencia de que estén o no de acuerdo con la tesis modular estricta de Fodor, muchos psicólogos actuales consideran que el desarrollo es «específico de cada dominio» o «de dominio específico». Buena parte del problema depende, por supuesto, de lo que entendamos por «dominio», y es importante que no confundamos «dominio» con «módulo». Desde el punto de vista de la mente del niño, un dominio es el conjunto de representaciones que sostiene un área específica de conocimiento: el lenguaje, el número, la física, etc. Un módulo es una unidad de procesamiento de información que encapsula ese conocimiento y las computaciones que se hacen con él. Por consiguiente, considerar que el desarrollo es de dominio específico no implica necesariamente modularidad. En otras palabras, el almacenamiento y procesamiento de información puede ser específico de un dominio dado sin ser al mismo tiempo encapsulado, preestablecido u obligatorio.

El análisis de la modularidad que ofrece Fodor se define sobre dominios muy amplios, tales como el lenguaje. Fodor habla, por ejemplo, del «módulo del lenguaje» y del «módulo de la percepción». Otros autores tienden a trazar distinciones más finas dentro de un dominio, y hablan, por ejemplo, del módulo sintáctico, el módulo semántico o el módulo fonológico. Y otros (Marsten-Wilson y Tyler, 1987) rechazan por completo la noción de modularidad en el procesamiento «en directo». A lo largo de este libro, voy a defender la idea de que el desarrollo es un fenómeno de dominio específico más que modular en el estricto sentido fodoriano. Voy a conservar el término «dominio» para referirme al lenguaje, la física, las matemáticas, etc. También voy a referirme a la existencia de «microdominios», tales como la gravedad, dentro del dominio de la física; y la adquisición de los pronombres, dentro del dominio del lenguaje. Estos microdominios pueden considerarse como subconjuntos de dominios particulares.

La necesidad de hacer esta distinción más fina acerca de qué constituye un dominio surge del hecho de que voy a proponer un modelo de fases del desarrollo, más que un modelo de estadios. En un modelo de estadios, como el de Piaget, se producen cambios globales que abarcan distintos dominios más o menos simultáneamente. Hay también otro punto de vista alternativo según el cual, dentro de un dominio, se producen cambios amplios; por ejemplo, un tipo determinado de cambio se produce primero en el lenguaje y después en la física. El modelo presentado en este libro difiere de estas dos concepciones, ya que apela a la existencia de cambios de fase recurrentes que ocurren en un momento distinto en cada microdominio y, dentro de cada dominio, se producen de manera repetida. Tomemos, por ejemplo, el caso del dominio del lenguaje. En el microdominio de la adquisición de los pronombres, una secuencia de cambios X-Y-Z (p. ej., el paso de lo implícito a lo explícito y a la justificación verbal) puede haberse consumado en el niño a la edad de siete años, mientras que, en el microdominio correspondiente a la comprensión de qué es una palabra, la misma secuencia puede haberse completado ya a los cinco años. Por consiguiente, voy a distinguir entre dominios amplios (el lenguaje, las matemáticas, etc.) y los microdominios (p. ej., los pronombres o los números) incluidos en ellos. Cuando hable de teorías de dominio específico o de dominio general, me estaré refiriendo al nivel de los dominios amplios.

El desarrollo desde la perspectiva de la generalidad de dominios

La tesis innatista de Fodor contrasta radicalmente con las teorías del aprendizaje basadas en la idea de la generalidad de dominios (tales como la epistemología constructivista de Piaget) que han sido muy populares en la bibliografía sobre el desarrollo. La teoría de Piaget defiende que ni el procesamiento ni el almacenamiento son de dominio específico. Por supuesto, aunque sólo sea de forma implícita, los piagetianos tienen que admitir que hay transductores sensoriales diferentes en la visión, la audición, el tacto, etc. Lo que no aceptan es que estos transductores transformen los datos en formatos informativos determinados innatamente y específicos de cada dominio realizando un procesamiento modular. Para los piagetianos, el desarrollo implica la construcción de cambios que afectan a las estructuras de representación, generales para todos los dominios y que operan sobre todos los aspectos del sistema cognitivo de manera similar.

Llegados a este punto, corro el riesgo de irritar a algunos de mis antiguos colegas de la Universidad de Ginebra por sugerir que Piaget y el conductismo tienen mucho en común. ¿Cómo? ¿Poner juntos a Piaget y a

Skinner? ¡Menuda aberración! A pesar de ello, al contraponer el enfoque de la generalidad de dominios con la explicación del desarrollo basada en la especificidad de dominios, me veo inevitablemente abocada a esta *liaison dangereuse* entre tan inverosímiles compañeros de cama.

Ni la teoría piagetiana ni la conductista otorgan al niño estructuras innatas o conocimiento de dominios específicos. Ambas admiten sólo la existencia de unos pocos procesos biológicamente determinados, generales para todos los dominios: para los piagetianos, un conjunto de reflejos sensoriales y tres procesos funcionales (asimilación, acomodación y equilibración); para los conductistas, una serie de sistemas sensoriales fisiológicos heredados y un complejo juego de leyes de asociación. Se sostiene que estos procesos de aprendizaje generales se aplican a todas las áreas de conocimiento, lingüístico y no lingüístico. Piaget y los conductistas, por consiguiente, coinciden en una serie de concepciones acerca del estado inicial de la mente del bebé. Los conductistas consideraban al niño como una *tabula rasa* sin ningún conocimiento preestablecido (Skinner, 1953); la concepción de Piaget según la cual el niño pequeño se ve asaltado por percepciones «indiferenciadas y caóticas» (Piaget, 1955a) es esencialmente idéntica.

Ni que decir tiene que hay diferencias fundamentales entre estas dos escuelas. Los piagetianos consideran que el niño es un constructor activo de información, mientras que los conductistas lo ven como un almacén pasivo de información. Los piagetianos creen que el desarrollo implica cambios fundamentales en las estructuras lógicas que dan lugar a una sucesión de estadios, mientras que los conductistas hablan de una acumulación progresiva de conocimiento. Sin embargo, a la luz de la situación actual de las teorías sobre el desarrollo, piagetianos y conductistas tienen mucho en común, por el hecho de que conciben la mente del recién nacido como «vacía de conocimiento» y defienden la idea de que un solo proceso de aprendizaje de dominio general explica el desarrollo posterior en todos los aspectos del lenguaje y el conocimiento.

El desarrollo desde la perspectiva de la especificidad de dominios

La tesis innatista/modularista proyecta una imagen muy distinta del niño pequeño. En lugar de considerar al bebé como un ser asaltado por datos incompresibles y caóticos procedentes de muchas fuentes rivales, se le ve como un ser preprogramado para entender fuentes de información específicas. A diferencia del bebé piagetiano o conductista, el bebé innatista comienza su carrera con importantes ventajas de salida; lo cual, por

Diferencias y similitudes entre Piaget y el conductismo.

71

supuesto, no quiere decir que nada cambie durante la infancia o después de ella: el niño tiene mucho que aprender. Pero la postura innatista/modularista defiende que el aprendizaje posterior está guiado por principios innatamente establecidos y específicos para cada dominio, y que estos principios determinan las entidades sobre las que tiene lugar el aprendizaje posterior (Gelman, 1990b; Spelke, 1991).

La especificidad de dominio de los sistemas cognitivos se ve también apoyada por la neuropsicología del desarrollo y por la existencia de niños en los que uno o más dominios se encuentran alterados o intactos. Por ejemplo, el autismo podría consistir en un único déficit que afectaría al razonamiento sobre estados mentales (la denominada «teoría de la mente»), permaneciendo el resto de sus capacidades cognitivas relativamente intactas. En cambio, los niños que padecen el síndrome de Williams presentan un perfil cognitivo muy irregular en el que el lenguaje, el reconocimiento de caras y la teoría de la mente parecen relativamente intactos, mientras que el conocimiento numérico y espacial se encuentran gravemente retrasados. Existen, además, numerosos casos de *idiots-savants* en los que sólo hay un dominio que funcione a buen nivel (por ejemplo, el dibujo o el cálculo de fechas del calendario), estando el resto de las capacidades del sistema cognitivo a un nivel muy bajo. En cambio, el síndrome de Down parece reflejar un déficit más global, más generalizado a todos los dominios del procesamiento cognitivo.

Las lesiones cerebrales de los adultos apuntan también a la especificidad de dominios. Resulta extraordinariamente difícil encontrar en la bibliografía neuropsicológica ejemplos convincentes de trastornos globales, de dominio general (Marshall, 1984), aunque podría defenderse la posibilidad de que los pacientes con lesiones prefrontales sufran un déficit general en la capacidad de planificación (Shallice, 1988). Pero, por regla general, los trastornos de las funciones cognitivas superiores provocados por lesiones cerebrales son típicamente de dominio específico, es decir, afectan sólo al reconocimiento de caras, al manejo de números, al lenguaje o alguna otra habilidad, quedando el resto de los sistemas relativamente intacto.

Entonces, si los adultos presentan trastornos de dominio específico, y si puede demostrarse que los niños vienen al mundo con algunas predisposiciones también de dominio específico, ¿no significaría esto que los innatistas habrían ganado la batalla a los investigadores del desarrollo que aún se encuentran varados en las playas teóricas del lago Ginebra? (antiguo bastión piagetiano del antiinnatismo y la antimodularidad). No necesariamente. Es importante no olvidar que cuanto mayor sea la cantidad de propiedades de dominio específico de la mente del bebé, menos creativo y flexible será el sistema posterior (Chomsky, 1988). Aunque la existencia

de restricciones fijas proporciona una ventaja adaptativa inicial, existe una relación de trueque entre la eficacia y la automaticidad de los sistemas de entrada de datos que posee el niño, por una parte, y su relativa falta de flexibilidad, por otra. Lo cual nos lleva a una cuestión crucial: cuanto más compleja sea la imagen que acabemos construyendo de las capacidades innatas de la mente del bebé, más importante resultará que expliquemos la flexibilidad del desarrollo cognitivo posterior. Ha sido en esta meta flexionar la flexibilidad y creatividad de la mente humana más allá del estado inicial en la que se han concentrado mis trabajos sobre la adquisición del lenguaje y el desarrollo cognitivo, en un intento de identificar las aportaciones al desarrollo tanto de la generalidad como de la especificidad de dominios. Es poco probable que el desarrollo resulte ser totalmente de dominio específico o totalmente de dominio general. Y, aunque sea necesario postular la existencia de algunas restricciones innatas, es evidente que el desarrollo implica un proceso más dinámico de interacción entre la mente y el ambiente de lo que supone la postura estrictamente innatista.

Cómo reconciliar el innatismo con el constructivismo de Piaget

¿Qué teoría del desarrollo podría abarcar la dinámica de un rico proceso de interacción entre la mente y el ambiente? De entrada, la más apropiada parecería una teoría que, como la de Piaget, hiciese especial hincapié en la epigénesis y el constructivismo. La noción de constructivismo en la teoría de Piaget¹⁰ es equivalente, en el nivel cognitivo, a la noción de epigénesis en el nivel de la expresión de los genes. Para Piaget, tanto la expresión de los genes como el desarrollo cognitivo son productos emergentes de un sistema autoorganizativo que se ve directamente afectado por su interacción con el ambiente. Este aspecto general de la teoría de Piaget, si se formalizase más, podría muy bien resultar apropiado para futuras exploraciones de esa noción de modularización progresiva que hemos mencionado anteriormente. Sin embargo, buena parte del resto de la teoría piagetiana se ha visto sometida a gran cantidad de críticas. Un número cada vez mayor de investigadores del desarrollo cognitivo¹¹ se ha sentido desencantado con la concepción piagetiana del bebé como un organismo puramente sensoriomotor. Para Piaget, el recién nacido no posee ningún conocimiento de dominio específico; simplemente, reflejos sensoriales y tres procesos de dominio general: la asimilación, la acomodación y la equilibración. En cambio, las investigaciones sobre el bebé que voy a analizar en los capítulos siguientes indican que, en la arquitectura funcional inicial del cerebro, hay bastante más de lo que Piaget postulaba. Sin

embargo, la focalización exclusiva de innatistas como Fodor y Chomsky en módulos biológicamente especificados deja poco margen para la intervención de procesos ricos de construcción epigenética. Además, el hecho de que Fodor se concentre en los sistemas de entrada —tiene mucho menos que decir sobre los sistemas de salida o sobre el procesamiento central— no nos ayuda a entender de qué manera los niños se vuelven participantes activos en el proceso de construcción de su conocimiento.

Aunque, para Chomsky (1988) y Spelke (1991), la postura innatista excluye el constructivismo, yo sostengo que el innatismo y el constructivismo epigenético de Piaget no son necesariamente incompatibles, siempre y cuando respetemos ciertas condiciones. En primer lugar, a las ideas piagetianas hay que añadirles algunas predisposiciones innatas impregnadas de conocimiento¹², que den al proceso epigenético un margen de ventaja inicial en cada dominio. Esto no significa que nos limitemos a añadir un poco más de estructuración de dominio general del tipo que Piaget proponía, sino que debemos añadir sesgos de dominio específico a la dotación inicial. Ahora bien, la segunda condición para el matrimonio del constructivismo y el innatismo es que la base inicial con que parte el niño debe implicar especificaciones menos detalladas de lo que suponen algunos innatistas y un proceso de *modularización* más progresivo (c. contraposición a los módulos preestablecidos). Por ejemplo, Fodor no discute los casos en que uno de sus módulos preestablecidos no puede recibir la entrada informativa que le corresponde (cómo sucede, por ejemplo, con la entrada auditiva al módulo del lenguaje en el caso de los sordos congénitos). Sabemos que en esos casos el cerebro se adapta selectivamente para recibir otras entradas no auditivas (p. ej., visomanuales) que procesa de modo lingüístico (Changeux, 1985; Neville, 1991; Poizner *et al.*, 1987). Muchos casos de lesiones cerebrales tempranas indican que en el cerebro hay mucha más plasticidad de lo que se desprende del punto de vista estrictamente modularista de Fodor. El cerebro no se encuentra preestructurado, con representaciones ya acabadas, sino canalizado para *desarrollar* progresivamente representaciones en interacción tanto con el medio externo como con su propio medio interno. Y, como he señalado antes, es importante no identificar lo innato con lo que está presente en el momento del nacimiento o con la noción de una plantilla genética estática que determinaría la maduración. Cualquiera que sea el componente innato que invoquemos, sólo puede convertirse en parte de nuestro potencial biológico a través de la interacción con el ambiente. El componente innato permanece latente hasta que recibe la entrada de datos que necesita. (Johnson, 1988; Johnson, 1993; Marler, 1991; Oyama, 1985; Thelen, 1989), y esa entrada, a su vez, influye sobre el desarrollo.

La reconciliación que propongo entre innatismo y constructivismo nos permitirá adherirnos a la concepción epigenética y constructivista de Piaget sobre el proceso de desarrollo, pero prescindiendo de su insistencia sobre la generalidad de dominios en favor de un enfoque que dé más peso a la especificidad de dominios. Por otra parte, el hincapié que Piaget hace en los sistemas de salida (es decir, en las acciones del bebé y del niño sobre el ambiente) constituye un importante complemento al acento que los innatistas ponen sobre los sistemas de entrada. Sin embargo, el fuerte antiinnatismo de Piaget y su defensa de la existencia de estadios generales de desarrollo han dejado de ser un marco viable para entender el desarrollo¹³.

La necesidad de invocar la especificidad de dominios se hará evidente a lo largo de este libro. Por ejemplo, en el capítulo 2 quedará claro que el desarrollo sensoriomotor de dominio general no puede, por sí solo, explicar la adquisición del lenguaje. La sintaxis no surge simplemente de la exploración de juguetes y la resolución de problemas con objetos, como pretenden algunos piagetianos. Alinear objetos no es la base sobre la que surge el orden de las palabras. Intentar encajar un juguete dentro de otro no tiene nada que ver con la subordinación de oraciones. La actividad sensoriomotriz general no puede explicar por sí sola las restricciones específicamente lingüísticas; si pudiera hacerlo, resultaría difícil comprender por qué los chimpancés, que poseen capacidades sensoriomotrices y de representación muy ricas, no adquieren nada remotamente semejante al lenguaje humano, aunque reciban un extenso entrenamiento. (Premack, 1986).

A pesar de estas críticas contra el punto de vista piagetiano sobre la primera infancia y mi rechazo de su concepción del desarrollo como sucesión de estadios generales, espero que, después de leer el libro, el lector quedará convencido de que es preciso conservar importantes aspectos de la epistemología de Piaget y que el desarrollo cognitivo es bastante más que el simple despliegue de un programa especificado genéticamente. Si queremos comprender la mente humana, nuestro foco de interés debe extenderse mucho más allá de las especificaciones innatas. Los bebés y los niños son constructores activos de su propio conocimiento, y esto implica tanto la existencia de restricciones de dominio específico como de procesos de dominio general.

En suma, parece que tanto el enfoque de Fodor como el de Piaget sobre el conocimiento humano tienen algo de razón. La solución que he dado a este dilema potencial ha sido adoptar una postura epistemológica que abarca aspectos tanto del innatismo como del constructivismo.

La noción de restricciones del desarrollo

Hoy en día, muchas controversias de la psicología del niño tienen que ver con el problema de las restricciones del desarrollo¹⁴. Pero las teorías de dominio general y las de dominio específico tratan la noción de restricción de modo distinto. Para el teórico de dominio general, la palabra «restricción» tiene una connotación negativa; considera que se refiere a factores que recortan la competencia del niño. En cambio, para el teórico de dominio específico, «restricción» adopta una connotación positiva: las restricciones de dominio específico, al limitar el espacio de hipótesis posibles, potencian el aprendizaje. Capacitan al niño para aceptar como entrada sólo aquellos datos que es inicialmente capaz de computar de maneras específicas. La especificidad de dominio del procesamiento permite al niño disponer de un sistema limitado pero organizado (no caótico) desde el principio, y no sólo al final del período sensoriomotor de Piaget¹⁵.

Nuevos paradigmas para estudiar a los bebés

Los pioneros trabajos experimentales de Piaget sobre el desarrollo se realizaron con niños mayores. Sus estudios sobre el niño pequeño tuvieron que basarse exclusivamente en la observación de sus tres hijos. En aquella época no había paradigmas para el estudio experimental del bebé. Sin embargo, desde mediados de los años sesenta ha habido una serie de innovaciones metodológicas que han abierto nuevas y apasionantes posibilidades experimentales. Los experimentos se centran en la actualidad en los diferentes sistemas de entrada mediante los cuales los niños recién nacidos y los bebés computan datos pertinentes en diferentes dominios cognitivos. Y, aunque yo no comparto el pesimismo de Fodor sobre la imposibilidad de que comprendamos alguna vez los sistemas centrales¹⁶, admito que tiene razón al decir que los sistemas de entrada son mucho más susceptibles de investigación experimental estricta, especialmente en los bebés.

Voy a permitirme una pequeña digresión para echar un breve vistazo a los nuevos paradigmas de investigación de los bebés, dado que aparecerán constantemente a lo largo del libro. Estas técnicas han sido usadas por investigadores interesados en la sensibilidad del bebé a datos relativos al lenguaje, la física, el número, la intencionalidad humana, la notación bidimensional, etc. Son importantes, por consiguiente, para todos los capítulos de este libro.

Las nuevas técnicas experimentales se diseñaron para superar los pro-

blemas de las investigaciones inspiradas en Piaget en las que se requería que los niños demostrasen sus capacidades mediante actividades de búsqueda manual. Los recién nacidos y los bebés pequeños no pueden usar aún sus manos para buscar cosas. En cambio, lo que hacen muy bien es chupar y mirar (y, por desgracia para los padres, también llorar). Los nuevos métodos de investigación se basan en estas capacidades. Hay tres técnicas principales para estudiar a los bebés: dos corresponden al paradigma de habituación y deshabituación; la tercera hace uso de las preferencias de mirada o audición.

1) → En el paradigma de habituación y deshabituación, se presenta repetidamente al niño la misma estimulación hasta que da muestras de perder el interés empezando a prestar atención durante períodos de tiempo más breves. Entonces se le presenta un estímulo nuevo. Si el niño da muestras de renovado interés atendiendo durante un período de tiempo mayor, podemos concluir que la diferencia entre el estímulo anterior y el nuevo es captada (percibida, comprendida) por el niño. La estimulación puede ser visual, auditiva o táctil, dependiendo del experimento. El interés del niño por un acontecimiento (p. ej., ver un círculo después de que se le haya presentado una serie de cuadrados de diferentes tamaños y colores) se manifiesta típicamente en forma de atención prolongada. Manipulando hábilmente las variables de forma, color, tamaño, etc., el investigador puede acabar dando con la naturaleza de la diferencia a que el niño es sensible. Supongamos que el interés del bebé por los cuadrados ha menguado a pesar de que hemos hecho variar constantemente su tamaño y color, y de repente su interés se renueva la primera vez que le presentamos un círculo; la conclusión que podemos sacar es que la discriminación de formas está presente en el momento del nacimiento y no hace falta aprenderla. En cambio, si el bebé siguiese mostrando falta de interés al presentarle el círculo, la conclusión sería que captaba el círculo como equivalente a los cuadrados; es decir, la discriminación de la forma sería un logro posterior (aunque de hecho, como ha mostrado Slater [1990], está presente en el momento del nacimiento). Podemos estudiar la discriminación de otros tipos de estímulos usando la misma lógica.

2) El «interés» del bebé se mide por el aumento de la amplitud de la succión o de la duración de la mirada. En el primer caso, se proporciona al niño un chupete conectado a un aparato que mide la amplitud de la succión. Cuando el niño se habitúa al estímulo original, la amplitud de su chupeteo disminuye. Si el niño capta la novedad del nuevo estímulo, la amplitud de su succión aumenta; si no, se estabiliza o disminuye aún más. Como veremos en el capítulo 2, esta técnica se ha usado para explorar la preferencia del niño por escuchar su lengua materna antes que otra, así

como su capacidad para percibir categorialmente distintos sonidos del habla. Así, si presentamos al niño una secuencia de sonidos «va», pronunciados con la «v» aspirada, y, después de que se haya habituado, le presentamos el sonido «ba», el aumento de la amplitud de su succión demuestra que el bebé es sensible a la diferencia entre ambos sonidos (es decir, al momento de inicio de la sonorización). Estas técnicas nos ayudan a explorar los efectos de la entrada de información ambiental sobre las predisposiciones innatas. Por ejemplo, un niño que se críe en un ambiente en el que se habla español puede mostrarse al principio sensible a la distinción entre «va» y «ba», pero esta sensibilidad puede desaparecer una vez aprendidas las pautas del lenguaje de su entorno porque, al hablar, el español no distingue entre «va» y «ba».

3) La técnica que mide la duración de la mirada se basa en el mismo principio que la de succión. Se presenta al niño repetidamente un estímulo visual. Cada vez que se le presenta, el niño mirará el estímulo durante menos tiempo, hasta habituarse. Entonces se registra la duración de su mirada a un nuevo estímulo para ver si su interés se renueva o se aburre. Manipulando sutilmente las variables también en este caso podemos determinar a qué rasgos es especialmente sensible el niño. En el capítulo 3 veremos cómo se usa esta técnica. Por ejemplo, los niños muestran sorpresa (miran durante más tiempo) al ver una bola suspendida en el aire sin apoyarse en nada o un objeto que aparentemente ha atravesado una superficie sólida; es decir, parece que los niños son sensibles a las violaciones de ciertas leyes de la física.

Medir la duración de la mirada es un poco más subjetivo que medir la amplitud de la succión. Por eso, es preciso que la duración de la mirada sea estimada por observadores que desconocen qué tipo de imagen miraba el niño en cada ensayo. Pero, como ha señalado Spelke, 1985¹⁷, la interpretación de las pautas de mirada y succión en los ensayos de prueba de este tipo de experimentos depende del descubrimiento, actualmente confirmado en cientos de laboratorios en todo el mundo, de que la habituación a una serie dada de estímulos va seguida de un aumento de la duración de la mirada (o la succión) al estímulo de prueba. En otras palabras, la interpretación descansa sobre el hecho de que los niños extraen un rasgo común en la serie de estímulos que se les presenta durante el período de habituación y son capaces de distinguirlo de un rasgo específico que contiene el estímulo de prueba.

4) Un tercer paradigma para estudiar a los bebés se basa en la preferencia de la mirada o la audición. En este caso no se mide la habituación ni la deshabituación; lo que se hace es presentar simultáneamente al niño dos estímulos y se mide a cuál prefiere mirar. También en esta técnica las esti-

maciones las efectúan observadores que no pueden ver los estímulos concretos a los que mira el niño en cada momento. En el capítulo 4 veremos cómo se usa esta técnica para medir si el niño es capaz de comparar el número de estímulos auditivos (p. ej., tres golpes de tambor) con el número de objetos en dos presentaciones visuales, una de las cuales contiene dos objetos y la otra tres.

Aunque los datos sobre los bebés que vamos a analizar a lo largo del libro son verdaderamente impresionantes, hay aún ciertas cuestiones acerca de las técnicas de habituación y preferencia que siguen sin resolverse. ¿Tiene que ser extrema la violación de un principio de la física, o los niños son igualmente sensibles a las violaciones sutiles? ¿Qué conclusiones cabe extraer legítimamente del hecho de que el niño sea sensible a un estímulo nuevo: que en la mente del bebé hay incorporados sesgos atencionales y principios de dominio específico o simplemente que hemos enseñado a los niños a discriminar en el curso mismo del experimento? Tomando cada experimento aislado, por sí mismo, seríamos incapaces de zanjar esta cuestión. Sin embargo, si los resultados de distintos experimentos demuestran que los recién nacidos o los niños de cuatro meses pueden discriminar ciertos tipos de estimulaciones pero no otros, no puede pretenderse que la discriminación sea simplemente resultado del aprendizaje de una tarea específica. Más bien, la tarea de discriminación se ve restringida por el hecho de si el niño es o no ya capaz de mostrarse sensible a las características particulares de los estímulos. Lo cual nos permite extraer conclusiones provisionales acerca de las especificaciones que son innatas y las que participan en aprendizajes posteriores, provisionales porque son posibles muchas otras interpretaciones.

Vereinos las investigaciones sobre los bebés con cierto detalle en la primera parte de los capítulos 2 al 6. Pero a cada momento me esforzaré por mostrar que el desarrollo comprende mucho más que esas restricciones de dominio específico; especialmente, el proceso de «redescripción representacional», el cual aumenta la flexibilidad del conocimiento almacenado en la mente.

Más allá de las restricciones de dominio específico: el proceso de redescripción representacional

¿Cómo se almacena la información en la mente del niño? Mi idea es que hay varias maneras distintas. Una es mediante la especificación innata como consecuencia de procesos evolutivos. Las predisposiciones innatamente determinadas pueden ser específicas o no específicas (Johnson y

Bolhuis, 1991). En ambos casos se necesita la intervención de entradas de información procedente del ambiente. Cuando el componente innato está especificado en detalle, es probable que el ambiente actúe simplemente como un desencadenante que hace que el organismo seleccione un parámetro o circuito entre varios posibles (Changeux, 1985; Chomsky, 1981; Piatelli-Palmarini, 1989) ¹⁸. En cambio, cuando la predisposición innata viene especificada simplemente como un sesgo o boceto en esqueleto, es probable que el ambiente actúe como algo más que un desencadenante, que influya realmente sobre la estructura posterior del cerebro a través de un rico proceso de interacción epigenética entre la mente y el ambiente físico y sociocultural. Ese esbozo esquemático consiste en sesgos que dirigen la atención hacia determinadas entradas y un número determinado de predisposiciones en forma de principios que restringen la computación de esas entradas. Como puede apreciarse, la hipótesis que planteo es que la mente humana posee tanto una determinada cantidad de cosas especificadas en detalle como algunas predisposiciones de dominio específico muy esquemáticas, dependiendo del dominio concreto de que se trate.

Hay (otras) maneras en que puede almacenarse información nueva en la mente del niño. Una es cuando el niño no consigue alcanzar una meta y tiene que tomar en cuenta información del ambiente físico. Otra se produce cuando el niño tiene que representar información directamente proporcionada por alguna afirmación lingüística, por ejemplo, de un adulto. En ambos casos se trata de fuentes externas de cambio ¹⁹. Un ejemplo de fuente interna de cambio es el proceso anteriormente mencionado de modularización en el que el procesamiento de las entradas y las salidas de información va ganando en independencia respecto a otros procesos del cerebro. Esto hace que el conocimiento se haga más encapsulado y sea menos accesible desde otros sistemas. Pero hay otra faceta esencial del cambio cognitivo que va en dirección opuesta, haciendo que el conocimiento se haga progresivamente más accesible.

2.2 } Mi idea es que una forma específicamente humana de obtener conocimiento consiste en que la mente explote internamente la información que ya tiene almacenada (tanto innata como adquirida) mediante el proceso de redescibir sus representaciones o, para ser más precisos, volviendo a representar iterativamente, en formatos de representación diferentes, lo que se encuentra representado por sus representaciones internas. Me ocuparé de este proceso detalladamente en un momento.

Por último, hay una forma de cambio cognitivo que se encuentra más claramente restringida a la especie humana: el cambio explícito de teorías, que consiste en la construcción y exploración consciente de analogías, experimentos de pensamiento y experimentos reales, típicos de niños mayo

res y adultos (Carey, 1985; Klahr, 1992; Kuhn *et al.*, 1988). Pero la idea que voy a defender es que esta característica tan obvia del conocimiento humano sólo es posible gracias a procesos previos de redescipción representacional, que convierten la información implícita en conocimiento explícito.

Para que la discusión teórica en que estoy a punto de embarcarme adquiera tintes más tangibles, voy a empezar con un par de ejemplos: uno es sobre cómo se aprende a tocar el piano y el otro sobre aprender a resolver el cubo de Rubik ²⁰.

1. Cuando se aprende a tocar el piano, hay un período inicial durante el cual se practica denodadamente una secuencia determinada de notas. A éste sigue otro período durante el cual se ejecutan juntos bloques de varias notas cada uno, hasta que por fin la pieza entera puede interpretarse de modo más o menos automático ²¹. Algo parecido a esto es a lo que voy a llamar más adelante «maestría conductual». Pero la automatización está restringida por el hecho de que el aprendiz no puede ni empezar a tocar en medio de una pieza ni interpretar variaciones sobre un tema (Hermelin y O'Connor, 1989). La interpretación está generada por representaciones procedimentales que simplemente se ejecutan en su totalidad. Hay muy poca flexibilidad. En el mejor de los casos, el aprendiz empieza a ser capaz de tocar toda la pieza más bajo, más alto, más lento o más rápido. Sólo más adelante llega uno a ser capaz de interrumpir la pieza y comenzar, por ejemplo, por el tercer compás sin tener que volver al principio y repetir todo el procedimiento desde el principio. Mi hipótesis es que esto no podría hacerse a partir de las representaciones procedimentales automatizadas. Más bien, cabe postular, es necesario un proceso de redescipción de esas representaciones mediante el cual el conocimiento de las diferentes notas y acordes (en lugar de su mera ejecución secuencial) se convierte en un dato manipulable a nuestra disposición. Sólo después de pasar por un período de lo que he llamado «maestría conductual» puede el pianista generar variaciones sobre un tema, cambiar el orden secuencial de los compases, insertar fragmentos de otras piezas, etc. Ésta es la diferencia que hay, por ejemplo, entre la improvisación del jazz y la estricta adhesión a la música de una partitura. El resultado final es la flexibilidad y el control representacional, lo cual abre las puertas a la creatividad. También es importante el hecho de que la capacidad procedimentalizada anterior no se pierde: para ciertos fines, el pianista puede recurrir a su habilidad automatizada; para otros, recurre a representaciones más explícitas que le permiten ser flexible y creativo. (Por supuesto, algunos pianistas se quedan en el nivel procedimental.)

12. En contraste con la atención consciente que el pianista principiante tiene que dedicar inicialmente a determinadas notas, la cual se va procedimentalizando gradualmente, descubrí que, para resolver el cubo de Ru-

bik, tenía que «desconectar» la conciencia. En otras palabras, ¡tuve que dejar de intentar analizar lo que hacía hasta que verdaderamente fui capaz de hacerlo! En las primeras fases de mi aprendizaje, desarrollé una especie de solución propioceptiva que era capaz de ejecutar con mucha rapidez pero que me resultaba muy difícil repetir más despacio. En ese estado, mi «conocimiento» se encontraba embutido en las representaciones procedimentales en las que basaba mi rapidez de ejecución. Pero no me detuve ahí. Después de repetir una solución muchas veces, descubrí que había empezado a reconocer ciertos estados del cubo y sabía si iba camino de la solución o no. Pero aún era incapaz de interrumpir mi solución y recomenzar a partir de un estado cualquiera. Al cabo de un poco más de tiempo, descubrí que era capaz de predecir algunos de los movimientos siguientes antes de realizarlos. Por último, llegué a un punto en que fui capaz de explicarle a mi hija cuál era la solución. Sin embargo, ella no usó mis instrucciones explícitas, sino que experimentó el mismo proceso que yo de pasar del conocimiento procedimental al conocimiento explícito (sólo que lo hizo más rápido). Este paso de la información implícita embutida en un procedimiento eficaz de resolución de problemas al hecho de hacer ese conocimiento progresivamente más explícito es un tema que aparecerá de forma recurrente a lo largo del libro. En eso precisamente es en lo que creo que consiste el desarrollo: los niños no se conforman con lograr aprender a hablar o a resolver problemas; también quieren comprender cómo hacen esas cosas. Y, al buscar dicha comprensión, se convierten en pequeños teóricos.

El desarrollo y el aprendizaje parecen, por tanto, adoptar dos direcciones complementarias. Por una parte, se basan en el proceso gradual de procedimentalización (es decir, hacer que el conocimiento sea más automático y menos accesible). Por otra, implican un proceso de «explicitación» y accesibilidad cada vez mayor del conocimiento (es decir, representar explícitamente la información implícita en las representaciones procedimentales en que se apoya la estructura de la conducta). Ambos procesos son importantes en el cambio cognitivo, pero este libro se va a centrar principalmente en el proceso de explicitación representacional, el cual sostendré que ocurre en distintos dominios lingüísticos y cognitivos a lo largo del desarrollo.

El modelo RR

A lo largo de varios años he ido desarrollando un modelo que incorpora un proceso reiterativo de *redescripción representacional*. Lo deno-

mino el modelo RR. Voy a hacer primero algunas consideraciones generales y después haré un resumen del modelo.

El modelo RR pretende explicar de qué manera se hacen progresivamente más manipulables y flexibles las representaciones de los niños, cómo surge el acceso consciente al conocimiento y cómo construyen los niños teorías. Consiste en un proceso cíclico mediante el cual información ya presente en las representaciones del organismo que funcionan independientemente y están al servicio de propósitos particulares se pone progresivamente a disposición de otras partes del sistema cognitivo, gracias a la intervención de procesos de redescripción. En otras palabras, la redescripción representacional es un proceso mediante el cual la información que se encuentra implícita en la mente llega a convertirse en conocimiento explícito para la mente, primero dentro de un dominio y, posteriormente, a veces a lo largo de diferentes dominios.

Se postula que el proceso de redescripción representacional ocurre espontáneamente como parte de un impulso interno que empuja a la creación de relaciones intra e interdominios. Aunque haré hincapié en la naturaleza endógena de la redescripción representacional, es evidente que el proceso puede desencadenarse a veces por influencias externas.

El proceso de redescripción representacional es en sí de dominio general; pero se ve influido por la forma y el nivel de explicitud de las representaciones sobre las que se apoya en un momento dado un conocimiento de dominio específico determinado. Cuando digo que la redescripción representacional es de dominio general no quiero decir que implique cambios simultáneos en todos los dominios, sino que, dentro de cada dominio, el proceso de redescripción representacional es el mismo. Por repetirlo una vez más: el modelo RR es un modelo de *fases*, en contraposición a los modelos de *estadios*. Los modelos de estadios, como el de Piaget, dependen de la edad e implican cambios fundamentales que afectan a todo el sistema cognitivo. Mi hipótesis, en cambio, sostiene que la redescripción representacional ocurre de forma recurrente dentro de microdominios a lo largo del desarrollo, así como en la edad adulta en algunas clases de aprendizaje nuevo.

Volveré a ocuparme del modelo RR y el proceso de redescripción representacional en los capítulos 7 y 8. Pero es fundamental que hagamos ahora un resumen del modelo para situar teóricamente las investigaciones empíricas que veremos en los siguientes capítulos dedicados al niño como lingüista, físico, matemático, psicólogo y notador. A estas alturas, lo que voy a decir puede parecer un poco abstracto, pero el lector debe tener paciencia. Prometo que todo se hará más tangible después de habernos ocupado de los dominios específicos en los capítulos que van del 2 al 6. Ade-

más, espero que las analogías del piano y el cubo de Rubik sirvan de sostén a la exposición.

Echemos un vistazo detallado al modelo RR. Mi idea es que, el desarrollo implica tres fases recurrentes. Durante la primera fase el niño se centra fundamentalmente en información proveniente del medio externo. Este aprendizaje inicial está guiado por los datos. Durante la fase 1, en cualquier microdominio, el niño se centra en datos externos para crear «adiciones representacionales». Las adiciones representacionales, según mi hipótesis, ni alteran las representaciones estables ya existentes ni se ven en relación con ellas. Cuando las nuevas representaciones se hacen estables, simplemente se añaden, conservando la especificidad de dominio, al almacén ya existente afectando mínimamente a lo que ya se encuentra almacenado. En otras palabras, el almacenamiento independiente de nuevas adiciones representacionales no implica aún lo que yo entiendo por cambio representacional. La fase 1 culmina en la capacidad de ejecutar sistemáticamente de forma correcta las conductas de cualquier microdominio en que se haya alcanzado ese nivel. Eso es lo que llamo «maestría conductual».

La maestría conductual no implica necesariamente que las representaciones subyacentes sean como las del adulto. La ejecución correcta de una conducta puede generarse mediante una secuencia de representaciones almacenadas independientemente que, en última instancia, tendrán que unirse para constituir un sistema más coherente. La misma conducta (por

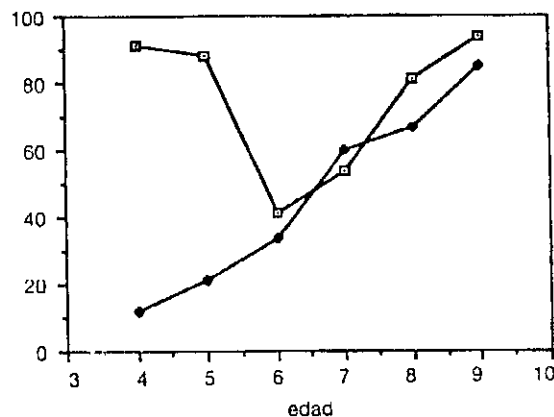


FIGURA 1.2. El contraste entre cambios conductuales (□) y cambios representacionales (♦).

ejemplo, producir correctamente una forma lingüística determinada o conseguir poner en equilibrio unos bloques sobre un soporte estrecho) puede generarse a distintas edades mediante representaciones muy diferentes. Puede haber conductas posteriores (de la fase 3) que parezcan idénticas a las de la fase 1. Por consiguiente, es preciso distinguir entre *cambio conductual* (que a veces produce una curva de desarrollo en forma de U) y *cambio representacional*, puesto que la maestría conductual no constituye necesariamente el punto final del desarrollo en un microdominio dado.

La fase 1 va seguida de una fase guiada internamente durante la cual el niño ya no se centra en los datos externos. Más bien, la dinámica interna del sistema pasa a controlar la situación de manera que las representaciones internas se convierten en el centro del cambio. Durante la fase 2 ese estado actual de las representaciones que el niño tiene del conocimiento en un microdominio predomina sobre la información procedente de los datos que vienen de fuera. Ese descuido temporal de los rasgos del ambiente externo durante la fase 2 puede llevar a incurrir en nuevos errores e inflexibilidades, lo cual puede traducirse, aunque no necesariamente, en un descenso de conductas correctas, dando lugar a una curva de desarrollo en forma de U. Pero, como puede verse en la figura 1.2, se trata de un deterioro que afecta al aspecto conductual, no al representacional.

Finalmente, durante la fase 3, las representaciones internas se reconcilian con los datos externos alcanzándose un equilibrio entre la búsqueda del control interno y externo. Por ejemplo, en el caso del lenguaje se establece una nueva relación entre las representaciones de entrada y las de salida para restaurar el uso correcto.

¿Pero qué sucede con el formato de las representaciones internas sobre las que se apoyan estas fases reiteradas? El modelo RR defiende que existen al menos cuatro niveles en los que el conocimiento puede representarse y rerrepresentarse. Les he dado los nombres de Implícito (I), Explícito 1 (E1), Explícito 2 (E2) y Explícito 3 (E3). Estas tres formas distintas de representación no constituyen estadios de desarrollo dependientes de la edad, sino partes de un ciclo repetitivo que ocurre una y otra vez en diferentes microdominios a lo largo del desarrollo.

El modelo RR postula la existencia de distintos formatos de representación en cada nivel. En el nivel I, las representaciones se encuentran en forma de procedimientos de análisis y respuesta a estímulos del ambiente externo. Hay una serie de restricciones que operan sobre las adiciones representacionales que se forman en este nivel:

- La información se codifica de forma procedimental.

- Las codificaciones procedimentales están secuencialmente especificadas
- Las representaciones nuevas se almacenan de forma independiente.
- Las representaciones del nivel I están entre paréntesis, por lo que aún no pueden formarse vínculos representacionales inter o intradominios.

Por lo tanto, la información contenida en las representaciones de nivel I no se encuentra a disposición de otros operadores del sistema cognitivo. Así, si hay dos procedimientos que contienen información idéntica, esta potencial comunidad interrepresentacional no se encuentra aún representada en la mente del niño. Los procedimientos están a disposición de otros operadores, en calidad de datos, como totalidades; no así sus partes componentes. Cuesta tiempo de desarrollo y redesccripción representacional (véase la discusión del nivel E1 un poco más adelante) el que las partes componentes se hagan accesibles a potenciales vínculos intradominio, proceso que en última instancia lleva a la aparición de flexibilidad interrepresentacional y capacidades creativas de resolución de problemas. Pero en este primer nivel los vínculos representacionales potenciales y la información que contienen los procedimientos permanecen implícitos. Gracias a ello se desarrolla la capacidad de computar entradas específicas de modo preferente y responder rápida y eficazmente al entorno. Pero la conducta que se genera a partir de las representaciones de nivel I es relativamente inflexible.

El modelo RR postula un proceso repetitivo posterior de redesccripción representacional²² que implica los niveles E1, E2 y E3. Las representaciones del nivel E1 son resultado de la redesccripción de las representaciones codificadas procedimentalmente en el nivel I en un formato nuevo comprimido. Las redescpciones son abstracciones en un lenguaje de nivel superior y, a diferencia de las representaciones de nivel I, no están puestas entre paréntesis (es decir, las partes componentes están abiertas a potenciales vínculos representacionales intra e interdominios).

Las representaciones E1 son descripciones reducidas que pierden numerosos detalles de la información codificada procedimentalmente. Un buen ejemplo de lo que tengo en mente en relación a esto es el caso de la imagen rayada que recibe el sistema perceptivo de una persona que ve una cebra (Mandler, 1993). Redescibir esta percepción como «animal con rayas» (ya sea con el lenguaje o mediante imágenes) supone perder muchos detalles. A lo cual hay que añadir que la redescpción permite al sistema cognitivo comprender la analogía entre una cebra de verdad y la señal de tráfico que denominamos «paso de cebra» (en Europa, un paso de peatones pintado con rayas anchas de color blanco y negro), a pesar de

que la cebra y la señal de tráfico proporcionan al sistema perceptivo entradas sensoriales muy distintas. Una especie carente de redescpciones representacionales no podría trazar la analogía entre la cebra y el «paso de cebra». La representación redescrita es, por una parte, más sencilla y de propósito menos específico, pero al mismo tiempo es cognitivamente más flexible (porque puede trasponerse a otras metas). A diferencia de las representaciones perceptivas, las redescpciones conceptuales son productivas; permiten la invención de términos nuevos (por ejemplo, la «cebrina», anticuerpo que hace que ciertas clases de células adquieran una apariencia rayada).

Es importante resaltar que las representaciones originales de nivel I siguen intactas en la mente del niño, que puede recurrir a ellas para determinadas finalidades cognitivas que requieran velocidad y automaticidad. Las representaciones redescritas se utilizan para otros fines que requieren conocimiento explícito.

Aunque el proceso de redescpción representacional puede ocurrir sobre la marcha, mi propuesta es que también puede tener lugar sin necesidad de un análisis que ocurra al mismo tiempo que la entrada de los datos o la salida de un producto. Por consiguiente, puede haber cambios al margen de las relaciones normales entre entradas y salidas, es decir, simplemente como consecuencia de la dinámica interna del sistema, en ausencia de cualquier tipo de presiones externas. Volveré a ocuparme de esta cuestión en un momento.

A medida que las representaciones van redescibiéndose en el formato E1, somos testigos de cómo empieza a formarse un sistema cognitivo flexible sobre el cual podrán construirse posteriormente las incipientes teorías del niño. El nivel E1 consta de representaciones definidas explícitamente que pueden manipularse y ponerse en relación con otras representaciones redescritas. Por consiguiente, las representaciones del nivel E1 superan las restricciones impuestas en el nivel I, en el cual se utilizan simplemente representaciones de tipo procedimental en respuesta a estímulos externos. Una vez definido explícitamente el conocimiento que antes estaba embutido en procedimientos, es posible marcar y representar internamente las relaciones potenciales entre los componentes de esos procedimientos. Más adelante analizo varios ejemplos de este proceso, sobre todo en los capítulos 2 y 3. Más aún, una vez ha tenido lugar la redescpción creándose representaciones explícitas manipulables, el niño puede efectuar violaciones de las descripciones verídicas, guiadas por los datos, del mundo, violaciones que permiten la aparición del juego de ficción, la comprensión de creencias falsas y el uso de expresiones contrarias a los hechos. Todo esto se explora en detalle en el capítulo 5.

Es importante resaltar que, aunque las representaciones E1 están a disposición del sistema en calidad de datos, no necesariamente se tiene acceso consciente a ellas o se pueden expresar verbalmente. A lo largo del libro, examinaremos varios ejemplos de la formación de representaciones explícitas que aún no pueden ser objeto de reflexión consciente o expresión verbal, pero que han superado claramente el nivel procedimental. En general, los investigadores del desarrollo han tendido a pasar por alto la distinción entre conocimiento almacenado implícitamente y representaciones E1 en las que el conocimiento está explícitamente representado aunque aún no pueda accederse conscientemente a él. Han establecido una dicotomía entre una noción mal definida de algo que está implícito en la conducta (como si no hubiese información representada de alguna forma) y el conocimiento al que puede accederse de forma consciente y expresarse verbalmente. El modelo RR postula que el sistema representacional del ser humano es mucho más complejo de lo que esta dicotomía indica. Mi idea es que hay más de dos tipos de representación. Hay otros niveles entre la información procedimental almacenada de forma implícita y el conocimiento declarativo que puede expresarse verbalmente. Esta multiplicidad de niveles en los formatos de representación puede identificarse sobre todo gracias a la adopción de una perspectiva de desarrollo.

Según el modelo RR, la posibilidad de acceso consciente y de verbalización sólo se alcanza superando el nivel E1. La hipótesis es que en el nivel E2 las representaciones se hacen accesibles a la conciencia pero aún no pueden expresarse verbalmente (lo cual sólo será posible en el nivel E3). Aunque según algunos teóricos la conciencia puede reducirse a la expresabilidad verbal, el modelo RR defiende la idea de que las representaciones E2 —que son redescpciones de las representaciones E1— son accesibles a la conciencia pero están aún en un código representacional semejante al de las representaciones E1. Por ejemplo, las representaciones espaciales E1 se recodifican como representaciones espaciales E2 a las que puede accederse conscientemente. Muchas veces, dibujamos diagramas de problemas que no somos capaces de verbalizar. El resultado final de toda esta serie de redescpciones es que en la mente coexisten múltiples representaciones del mismo conocimiento con diferentes niveles de detalle y explicitud.

En el nivel E3, el conocimiento se recodifica mediante un código común a todos los sistemas. Mi hipótesis es que este formato común está lo suficientemente próximo al lenguaje natural como para que resulte fácil traducirlo a un formato comunicable, verbalmente expresable. Es posible que determinados conocimientos que se aprenden directamente de manera lingüística se almacenen inmediatamente en el nivel E3²³. Los niños

aprenden mucho de la interacción verbal con los demás. Sin embargo, es posible almacenar un conocimiento determinado en formato lingüístico sin establecer vínculos entre éste y otros conocimientos similares almacenados en otros códigos. Muchas veces, el conocimiento lingüístico (p. ej., un principio matemático que regule la sustracción) no actúa sobre el conocimiento no lingüístico (p. ej., un algoritmo que se emplee en la práctica para restar²⁴) hasta que ambos se redesciben en un formato semejante y pueden operar las restricciones interrepresentacionales.

En los próximos capítulos voy a distinguir tres niveles distintos de formato representacional: E1 y E2/3. No voy a distinguir entre los niveles E2 y E3, los dos que implican acceso consciente. No hay investigaciones que se hayan centrado directamente en el nivel E2 (acceso consciente sin expresabilidad verbal); la mayoría de los estudios metacognitivos, si no todos, se centran en la expresabilidad verbal (es decir, en el nivel E3). Sin embargo, como ya he dicho, no quiero renunciar de antemano a la posibilidad de que haya representaciones espaciales, cinestésicas o de otro tipo codificadas de modo no lingüístico y que sean accesibles a la conciencia.

Existen, por consiguiente, múltiples niveles en los que un mismo conocimiento puede representarse. La noción de codificación múltiple es importante; el desarrollo no parece regirse por un impulso hacia la economía. La mente puede resultar un almacén de conocimiento y procesos ciertamente redundante.

Antes de concluir mi exposición del modelo RR, es importante que distinga entre el proceso de redescpción representacional y las maneras en que este proceso puede llevarse a cabo en un modelo. El proceso consiste en recodificar información almacenada en un formato o código representacional pasándola a otro distinto. Una representación espacial puede recodificarse, por ejemplo, en formato lingüístico; o una representación proprioceptiva, en formato espacial. Cada redescpción (o rerepresentación) constituye una versión más condensada o comprimida del nivel anterior. Acabamos de ver cómo el modelo RR postula la existencia de por lo menos cuatro niveles jerárquicamente organizados en los que se produce el proceso de redescpción representacional. Ahora bien, pueden aparecer datos empíricos que refuten la existencia de esta jerarquía (es decir, que refuten el modelo RR) pero sin afectar al proceso mismo de redescpción representacional. En efecto, como puede apreciarse en la figura 1.3, hay varios modelos alternativos de cómo podría llevarse a cabo el proceso de redescpción representacional. En primer lugar, como supone el modelo RR, podría consistir en pasar de representaciones implícitas a un nivel de representaciones definidas explícitamente pero a las que no se puede tener acceso consciente (nivel E1), y finalmente a un formato

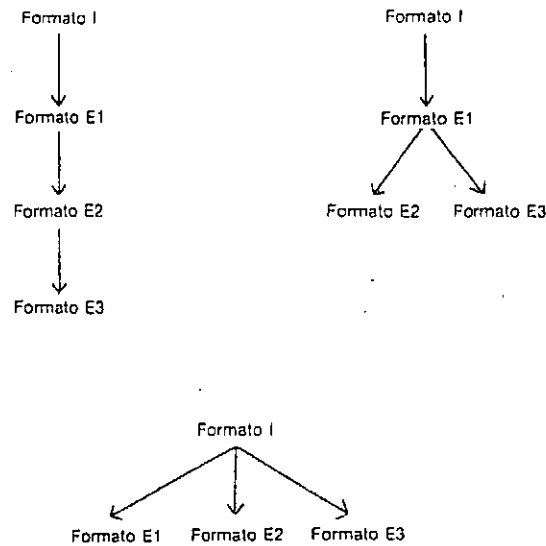


FIGURA 1.3. Modelos alternativos de redescrición representacional (RR).

que sí pueda ser objeto de acceso consciente (nivel E2) y expresión verbal (nivel E3). Un punto de vista distinto sería que las representaciones implícitas se redesciben directamente o al formato E1 o al E2 o al E3, de manera que la información podría recodificarse directamente en forma lingüística, sin necesidad de pasar por el nivel E1 (que es lo que el modelo RR plantea).

También puede haber diferencias entre modelos respecto a las restricciones que operarían en el proceso de redescrición representacional. Por ejemplo, un modelo podría postular que cada vez que una nueva entrada se computa y se almacena se produce automáticamente una redescrición en uno o dos formatos distintos. En cambio, el modelo RR defiende la idea de que la mayoría de las veces es preciso alcanzar un período de «maestría conductual» antes de que se produzca la redescrición. De nuevo, si se demostrase que puede haber redescrición antes de lograr maestría conductual, sería preciso modificar el modelo, pero el concepto general de redescrición representacional seguiría intacto. El modelo RR defiende que hay tres fases recurrentes que conducen a la maestría conductual y más allá de ella. Una vez más, si se demostrara que esas fases no existen, el proceso de redescrición no se vería por ello necesariamente refutado. En cambio, si el proceso de redescrición representacional per-

diera plausibilidad (es decir, si todas las representaciones de la mente poseyeran un estatus semejante, o si las restricciones que operasen sobre el conocimiento procedimental y sobre el declarativo fuesen totalmente distintas, en lugar de que cada nivel supusiese la redescrición del nivel anterior), entonces también el modelo perdería claramente su plausibilidad.

El lector me va a permitir que subraye, de nuevo, el concepto de fases de desarrollo repetitivas. En un momento dado, el niño podría poseer sólo representaciones de nivel I en un microdominio, al mismo tiempo que en otro posee representaciones E1; y en otro, representaciones E2/3. Obviamente esta posibilidad también es válida entre dominios distintos. La hipótesis es que no se producen cambios generalizados del formato representacional en todos los dominios al llegar a una edad determinada. No existe nada parecido al «niño de la fase E2», sino que las representaciones de un niño pueden estar en el formato E2 en un microdominio determinado.

El proceso de redescrición representacional es, en sí, de dominio general, pero opera en diferentes momentos en cada dominio específico y está restringido por los contenidos y el nivel de explicitud de las representaciones de cada microdominio. Si resultase que cada nivel de redescrición representacional se alcanzase de modo generalizado a una misma edad (p. ej., el nivel I hasta los dos años de edad; el nivel E1, de los dos a los cuatro años, y el nivel E2/3 a partir de los cinco años), cosa que me parece sumamente improbable, el modelo se vería refutado y el proceso adquiriría un estatus teórico distinto.

Este modelo también plantea que el cambio representacional dentro de cada fase consiste en hacer adiciones representacionales, proceso en el cual desempeña un papel importante la retroalimentación negativa (los fallos, las insuficiencias, la inadecuación, la incongruencia entre entradas y salidas, etc.). Llegando progresivamente a la maestría conductual²⁵. Sin embargo, la hipótesis es que, en las transiciones entre fases distintas, la retroalimentación positiva resulta esencial para que comience la redescrición representacional. En otras palabras, se redesciben sólo las representaciones que hayan alcanzado un estado estable (lo cual sucede cuando el niño ha logrado maestría conductual).

Esta concepción del cambio cognitivo como proceso basado en el éxito contrasta con el punto de vista piagetiano. Según Piaget, un sistema estable no mejoraría por sí mismo. El proceso piagetiano de equilibración tiene lugar cuando el sistema se encuentra en un estado de desequilibrio. El modelo RR también está en contra de la idea conductista según la cual el cambio se produce como consecuencia de los fallos o del refuerzo externo. Para el modelo RR, ciertos tipos de cambio se producen después de que el niño haya tenido éxito (es decir, cuando ya es capaz de emitir unas

producciones lingüísticas determinadas o de alcanzar sistemáticamente su meta en una situación de resolución de problemas). La redescrición representacional es un proceso que consiste en «apropiarse» de los estados estables para extraer de ellos la información que contienen, la cual puede entonces utilizarse con mayor flexibilidad para otros fines.

Por supuesto, no pretendo negar el papel que el conflicto cognitivo desempeña para generar otros tipos de cambios (por ejemplo, mediante la incongruencia entre las expectativas generadas por una teoría y los resultados reales). Lo que pretendo es hacer hincapié en el papel adicional —y, según mi hipótesis, crucial— que la estabilidad interna del sistema desempeña como base a partir de la cual se genera la redescrición representacional. La flexibilidad cognitiva y la conciencia surgen, en última instancia, en virtud de la reiteración del proceso de redescrición representacional, y no simplemente como consecuencia de la interacción con el ambiente externo.

La importancia de la perspectiva del desarrollo para la ciencia cognitiva

Si estamos interesados en la flexibilidad cognitiva y el acceso consciente al conocimiento, ¿por qué no estudiar datos psicológicos de personas adultas? Cognitivamente los adultos son sin duda mucho más flexibles que los niños. ¿Qué justifica entonces que adoptemos la perspectiva del desarrollo? Desde luego no el hecho de que los datos de niños sean tan encantadores. Basta con echar un vistazo a la bibliografía sobre desarrollo para darse cuenta de que hay un enorme número de investigadores absortos por el problema de a qué edades alcanzan los niños los hitos de su desarrollo cognitivo. Sin embargo, otros —entre los cuales me cuento yo— emplean el estudio del desarrollo como instrumento teórico para estudiar la mente humana desde la perspectiva de la ciencia cognitiva. Estos últimos investigadores no están interesados en los niños *per se*²⁶.

La perspectiva del desarrollo es esencial para el análisis del conocimiento humano porque el hecho de comprender la arquitectura preestablecida de la mente humana, las restricciones del aprendizaje y cómo cambia el conocimiento progresivamente a lo largo del tiempo puede darnos pistas sutiles acerca de su formato final de representación en la mente del adulto. El trabajo de Spelke (1990), del que me ocupé en el capítulo 3, ha sido especialmente influyente para mostrar la importancia de la perspectiva del desarrollo en la ciencia cognitiva²⁷. Por ejemplo, en los adultos los procesos de segmentación de los agregados visuales en objetos están tapados por otros procesos cuya meta es reconocer las categorías de los objetos. Pero estudiando cómo segmentan los bebés los agregados visuales en

objetos antes de que sean capaces de categorizar ciertos tipos de objetos, Spelke es capaz de generar nuevas hipótesis sobre el funcionamiento del sistema visual del adulto²⁸.

Por otra parte, resulta que, cuando se exploran en el contexto del desarrollo distinciones tales como declarativo/procedimental, consciente/inconsciente y controlado/automático, usadas tan a menudo para explicar el procesamiento adulto, éstas implican mucho más que una simple dicotomía. Pero, a la hora de adoptar la perspectiva del desarrollo, es preciso que nos tomemos en serio la noción misma de «desarrollo». Paradójicamente, muchas veces los estudios que se realizan con recién nacidos y bebés no son en absoluto estudios «de desarrollo». Como los estudios sobre adultos, suelen centrarse no en los procesos de cambio, sino en el procesamiento en tiempo real de sistemas en estado estable. Por supuesto, es esencial determinar cuál es el estado inicial de la mente humana, y para ciertas capacidades el estado inicial no se encuentra necesariamente presente en el momento del nacimiento, sino que aparece sólo después de que las estructuras neurológicas en cuestión hayan madurado (Mehler y Fox, 1985). Sin embargo, la noción de perspectiva «de desarrollo» va más allá de la especificación del estado inicial y no se aplica meramente a los detalles del procesamiento infantil en tiempo real y en estados estables. Asimismo, tampoco puede reducirse al hecho de centrarse en el aprendizaje de niños de diferentes edades en lugar de en el aprendizaje adulto. Cuando hacemos un uso teórico de la perspectiva del desarrollo dentro del marco de la ciencia cognitiva, la edad concreta en que los niños pueden realizar bien una tarea es, hasta cierto punto, irrelevante.

La implicación fundamental que tiene adoptar la perspectiva del desarrollo es centrarse en el cambio conductual y representacional a lo largo del tiempo. Muchas veces haré uso de una fase posterior del desarrollo para comprender el estatus de las representaciones que subyacen a unas conductas determinadas, sobre todo en aquellos casos de especial interés en que las conductas del niño y del adulto son prácticamente idénticas. La noción de *cambio representacional en el tiempo* constituirá el foco de mi interés a lo largo de este libro. Por todas estas razones es por lo que mantengo que la perspectiva del desarrollo tiene mucho que ofrecer a la ciencia cognitiva en sus esfuerzos por comprender mejor la mente del adulto.

La importancia de la perspectiva de la ciencia cognitiva para el desarrollo

18 La ciencia cognitiva estudia el conocimiento como forma de computación y la mente, como sistema complejo que recibe, almacena, transforma,

recupera y transmite información. Con este fin, recurre a diferentes disciplinas: psicología, filosofía, antropología, etología, lingüística, ciencia de los ordenadores y neurociencia. He señalado la importancia que la perspectiva del desarrollo tiene para la ciencia cognitiva. ¿Pero qué sucede con la posibilidad recíproca? ¿Qué importancia tiene que abordemos o no la psicología del desarrollo desde el punto de vista de la ciencia cognitiva?

Pensemos en la siguiente analogía. Los científicos de la computación utilizan los ordenadores de dos formas distintas: como herramienta práctica y como herramienta teórica (Rutkowska, 1987). Cuando los ordenadores se usan para resolver problemas prácticos, tales como diseñar robots o sistemas expertos, el foco de interés se centra en conseguir conductas apropiadas; la manera en que el ordenador consigue hacer su trabajo no importa (A. Clark, 1987, 1989). Por eso, no plantea ningún problema que se recurra a un *kludge* (algo que no sabemos por qué pero funciona en una tarea determinada). Pero cuando alguien utiliza el ordenador como herramienta teórica para simular los procesos mentales y comprobar teorías psicológicas, el foco de interés cambia a cuestiones relativas a por qué una arquitectura o un mecanismo son apropiados o cuál es la naturaleza de las representaciones, y entonces la manera en que el ordenador hace su trabajo se convierte en un problema fundamental.

Asimismo, los psicólogos del desarrollo son *grasso modo* de dos clases: la de quienes ven en el estudio del niño un fin en sí mismo y la de quienes lo utilizan como herramienta teórica para comprender los mecanismos de la mente humana en general. En el primer caso, como ya hemos dicho, muchos investigadores se centran en la conducta; por ejemplo, en la edad a partir de la cual un niño es capaz de hacer *x*. En mi opinión se han malgastado décadas de investigación sobre el desarrollo porque el interés se centraba enteramente en hacer bajar la edad en que los niños podían realizar bien una tarea sin preocuparse de *cómo* procesaban la información. Hace unos años, escribí un artículo que empezaba del siguiente modo (Karmiloff-Smith, 1981, p. 151): «El hecho más seductor y, al mismo tiempo, más desagradable del desarrollo infantil ¡es que los niños se desarrollan! Desagradable, porque ha dado lugar a toda una plétora de estudios, carentes de toda motivación teórica, que en determinados tipos de revista se aceptan para su publicación porque sus resultados son "significativos", esto es, estadísticamente significativos, ya que sin duda es fácil obtener efectos diferenciales entre, por ejemplo, niños de cinco y siete años, pero cuestionables en lo que a su significado científico se refiere». Pero afortunadamente el estudio de los niños se realiza también desde la perspectiva de la ciencia cognitiva, es decir, como medio teórico para comprender la mente humana en general. En estos estudios, el interés se

centra en la arquitectura inicial, los mecanismos de procesamiento y la naturaleza del cambio representacional interno.

Hay muchos libros y artículos recientes que se centran en lo que la ciencia cognitiva y los modelos de procesamiento de información pueden ofrecer al estudio del desarrollo (Bechtel y Abrahamsen, 1991; A. Clark, 1989; Klahr *et al.*, 1987; Klahr, 1992; McTear, 1987). Mi meta en este libro es mostrar por qué adoptar la perspectiva del desarrollo es esencial para la ciencia cognitiva.

Plan del libro

La primera parte de los cinco capítulos que vienen a continuación —el niño como lingüista, como físico, como matemático, como psicólogo y como autor de notaciones— se concentra en el estado inicial de la mente del bebé y en el aprendizaje de dominio específico que se produce posteriormente durante la infancia. A continuación, cada capítulo presenta datos empíricos sobre las capacidades de resolución de problemas y construcción de teorías de niños mayores, haciendo especial hincapié en la flexibilidad cognitiva y el metaconocimiento.

Podría haber dedicado un capítulo propio al tema del niño como formador de conceptos, dada la gran cantidad de investigación sobre este tema²⁹. Sin embargo, el desarrollo conceptual es un tema importante de los capítulos que van del 2 al 6: cómo categorizan los niños los objetos del mundo físico, cómo matematizan el mundo, cómo conciben a los agentes humanos frente a los objetos físicos y cómo codifican ese conocimiento lingüísticamente y mediante notaciones externas como los dibujos y los mapas. Por consiguiente, la formación de conceptos estará presente en cada capítulo en lugar de recibir tratamiento aparte.

En los capítulos 7 y 8 echo un nuevo vistazo al problema de la reconciliación entre el innatismo y el constructivismo piagetiano y analizo la necesidad de desarrollar modelos de desarrollo más formalizados. Compararé aspectos del modelo RR con las simulaciones conexionistas del desarrollo. En todo momento hago especial hincapié en el estatus de las representaciones sobre las que se apoyan las diferentes capacidades y en la multiplicidad de niveles en que el conocimiento puede almacenarse y hacerse accesible. Terminaré el libro echando un último vistazo al modelo RR y especulando sobre la naturaleza de las representaciones en organismos no humanos, que —con independencia de la complejidad de sus conductas— nunca se convierten en lingüistas, físicos, matemáticos, psicólogos o usuarios de notaciones.

Capítulo 2

EL NIÑO COMO LINGÜISTA

Los niños pequeños saben algo acerca del lenguaje que la araña no sabe acerca de la elaboración de sus telas. (Gleitman et al., 1972, p. 160)

«¿Qué es eso?»

La madre: «¡¡¡¡¡ máquina escritora»

«No, tú eres la escritora; eso es una máquina de escribir»

*(Yara, 4 años)**

¿Qué nos hace específicamente humanos? ¿La complejidad de nuestro lenguaje? ¿Nuestras estrategias de resolución de problemas? Puede que al lector le sorprenda la idea de que, en un sentido muy profundo, el lenguaje y algunos aspectos de la capacidad de resolución de problemas del ser humano no son ni más ni menos complejos que las conductas de otras especies. Lo que importa no es la complejidad por sí misma: las arañas tejen telas complejas, las abejas transmiten información compleja sobre la fuente y la calidad del néctar, las hormigas interactúan en colonias complejas, los castores construyen diques complejos, los chimpancés poseen estrategias complejas de resolución de problemas y los seres humanos usan un lenguaje complejo. Sin embargo, hay personas que adquieren un lenguaje fluido pero son incapaces de resolver ciertos problemas que un chimpancé, sin lenguaje, sí puede resolver. Por consiguiente, no es por falta de habilidades generales de resolución de problemas por lo que el chimpancé no adquiere lenguaje. En los seres humanos debe de haber algo innatamente especificado en relación con la capacidad de adquirir el lenguaje. Aunque el lenguaje sea específico de los seres humanos, entre la inteligencia humana y la de los animales existe también una diferencia de dominio gene-

* En inglés, la máquina de escribir se designa con el nombre de «typewriter», que literalmente significa «tipoescritora». El problema de Yara en este ejemplo es que no entiende por qué se aplica a una máquina un sufijo («-er») que normalmente en inglés se reserva a las personas que realizan una acción. Ante esta irregularidad, ella sugiere su solución propia: la «typewrit-er» es su madre; a la máquina hay que llamarla «typewrite», lo cual elimina la incomodidad de ver un sufijo de agente humano aplicando a una máquina. [N. de T.]

ral. A diferencia de la araña, que se limita a tejer su tela, el niño humano —y sostengo que esto es algo que sólo el niño humano es capaz de hacer— posee la potencialidad de tomar sus propias representaciones como objeto de atención cognitiva. Los niños que se desarrollan normalmente no sólo se convierten en eficaces usuarios del lenguaje, sino que además se convierten espontáneamente en pequeños gramáticos. En cambio, las restricciones que operan sobre las arañas, las hormigas, los castores y, probablemente, incluso sobre los chimpancés son de tal naturaleza que estos animales carecen de la potencialidad de analizar su propio conocimiento.

Esta diferencia interespecífica está bellamente captada en la cita de la niña de cuatro años que abre este capítulo. ¡La máquina no puede ser una «typewriter», sino una «typewrite»! ¿Por qué no se limita el niño a aceptar la etiqueta que le da el adulto y utiliza la palabra correcta «typewriter»? ¿Por qué se ha molestado en llegar a la conclusión de que la función formal del sufijo «er» en inglés es la de identificar a un agente; es decir, que normalmente uno puede añadir a la raíz del verbo la terminación «er» para formar palabras que designen a agentes humanos (como «player» [jugador], «actor» [actor] o «painter» [pintor])? ¿Por qué no decir entonces «typewriter» [«escritor»] para referirse a la persona que escribe a máquina y no a la propia máquina de escribir? No podemos explicar esta capacidad del niño por mera referencia a las regularidades estadísticas de las entradas de información que recibe. Estas últimas podrían dar lugar a algún error esporádico de producción, tal como usar «typewrite» para referirse a la máquina, o a algún malentendido ocasional sobre la posibilidad de que «typewriter» se refiera a un agente humano. Sin embargo, las regularidades estadísticas no pueden explicar por qué se molesta el niño en ir más allá de las relaciones entre las entradas y las salidas de información y se pone a reflexionar metalingüísticamente sobre la palabra.

A lo largo de este libro, voy a defender la idea de que lo que los humanos tienen de peculiar es el hecho de que van espontáneamente más allá de las conductas apropiadas que les permiten tener éxito en una tarea. En el caso del lenguaje, como en otras áreas del conocimiento, los niños normales no se conforman con usar las palabras y las estructuras correctas, sino que van más allá de la maestría en el uso práctico del lenguaje y pasan a explotar el conocimiento lingüístico que tienen almacenado. Mi tesis es que esto es posible merced al proceso repetitivo de redescrición representacional que hemos visto en el capítulo 1. La reflexión metalingüística requiere representaciones lingüísticas flexibles y manipulables.

En cualquier dominio que exploremos, hay dos posturas teóricas principales que dividen a los investigadores del desarrollo en dos campos que se contraponen con cierta rigidez: o bien los procesos de adquisición son de

dominio general, o bien son de dominio específico. El punto de vista modular e innatista sobre la adquisición del lenguaje defiende que se trata de un proceso de dominio específico; es decir, que hay estructuras lingüísticas innatamente especificadas que restringen el procesamiento por parte del niño de las entradas lingüísticas que recibe¹. La postura basada en una estricta generalidad de dominios considera, en cambio, que el lenguaje es un mero caso particular de otros procesos y estructuras de dominio general².

En este capítulo voy a defender la tesis de que la adquisición del lenguaje es tanto de dominio general como de dominio específico; es decir, que ciertas restricciones iniciales de dominio específico canalizan la construcción progresiva de ciertas representaciones lingüísticas, también de dominio específico, pero que, una vez redescritas, estas representaciones están a disposición de procesos de dominio general. Esto da lugar a la existencia de múltiples representaciones de la misma información lingüística pero en formatos de representación diferentes. En otras palabras, voy a aceptar algunos aspectos de la tesis innatista en lo que se refiere a algunos estadios muy tempranos de la adquisición del lenguaje, con la salvedad de que voy a recurrir a una noción de módulo lingüístico menos estática, sin considerarlo como algo plenamente predeterminado, proponiendo, en su lugar, la existencia de un proceso de modularización progresiva. En la actualidad, existen datos abrumadores en favor de la hipótesis de que, desde el principio, los niños procesan los datos lingüísticos siguiendo restricciones específicas. En el bebé hay sesgos atencionales que sirven para construir representaciones lingüísticamente relevantes, y no sólo representaciones sensoriomotrices de dominio general. Sin embargo, a diferencia de los innatistas acérrimos, yo sostengo que la adquisición del lenguaje no puede reducirse a eso. Lo innatamente especificado hace que los niños presten especial atención a las entradas lingüísticas y fija las fronteras dentro de las cuales tiene lugar la adquisición del lenguaje; pero una postura más constructivista abre la posibilidad de que haya flexibilidad representacional, la cual, en última instancia, hace posible la conciencia metalingüística. Comenzaremos por ver de qué maneras tan distintas conciben las primeras fases de la adquisición del lenguaje las teorías de dominio general y de dominio específico.

La adquisición del lenguaje como proceso de dominio general: el bebé piagetiano

¿Si usted fuera discípulo de Piaget, cómo explicaría la aparición del lenguaje? En primer lugar, no admitiría que el neonato tuviese estructuras o mecanismos lingüísticos innatamente especificados que le hiciesen aten-

der preferentemente a entradas de información lingüística. Por el contrario, los piagetianos sostienen que tanto la sintaxis como la semántica son meros productos de la organización estructural general de la inteligencia sensoriomotriz. Según esta teoría, con la culminación del período sensoriomotor es cuando el niño es capaz, por vez primera, de hacer representaciones simbólicas. Para explicar por qué el lenguaje empieza a aparecer hacia los 18 meses de edad, los piagetianos no recurren a posibles restricciones madurativas, sino que sostienen que el lenguaje no aparece antes porque forma parte integrante de la función simbólica (o semiótica), en la que se incluyen no sólo el lenguaje, sino también la imitación diferida, el juego simbólico y las imágenes mentales. Para los piagetianos, el lenguaje no es una capacidad que se desarrolle de manera independiente y explican su tardía puesta en marcha apelando al tiempo que tardan los esquemas sensoriomotores de acción en coordinarse e internalizarse progresivamente, haciendo posible de este modo la representación simbólica.

¿Pero puede uno realmente negar la capacidad de representación simbólica del bebé? Para hacerlo, sería preciso descartar los convincentes argumentos de Mandler (1983, 1988, 1993), basados en la amplia cantidad de datos actuales que indican que al principio de la infancia hay ya representación simbólica. ¿Cómo podría un bebé —se pregunta Mandler— recordar una acción e imitarla hasta 24 horas después de haberla presenciado (Meltzoff, 1988, 1990) si no contase con algún tipo de conocimiento accesible representado en una memoria a largo plazo? ¿O cómo podría un bebé de entre seis y nueve meses de edad recordar el tamaño exacto de un objeto y el lugar preciso en que estaba localizado detrás de una pantalla (Ashmead y Perlmutter, 1980; Baillargéon, 1986) si no pudiera tener una representación accesible de ellos? De hecho, los datos acumulados desde principios de la década de los ochenta ponen en cuestión la idea misma de que en el desarrollo humano exista un estadio puramente sensoriomotor anterior al lenguaje.

Un discípulo de Piaget tendría que pasar por alto o reinterpretar los nuevos datos sobre los bebés que voy a exponer a continuación para seguir defendiendo que el lenguaje forma parte de la función semiótica, y que sólo se podría disponer de ambos después de la culminación de la inteligencia sensoriomotriz. Los piagetianos buscan precursores de todos los aspectos del lenguaje en la interacción sensoriomotriz del niño con el ambiente. Por ejemplo, el fenómeno de la recurrencia lingüística no se achaca a ninguna limitación de dominio específico; la explicación de los piagetianos apela a un proceso de recurrencia de dominio general que surgiría a partir del encajamiento previo de esquemas sensoriomotores de acción, tales como ver y coger. Según ellos, este encajamiento es producto

de reacciones circulares postnatales tales como la succión reiterada (Sinclair, 1971). Los piagetianos explican la aparición del orden de las palabras y las dificultades que conlleva en función exclusivamente de la comprensión anterior del orden de las acciones sensoriomotrices. Jugar con recipientes —meter unos objetos dentro de otros— se considera un precursor necesario de la inserción de oraciones. Los piagetianos creen que los conceptos cognitivos de agente, acción y receptor son prerequisites necesarios de las primeras estructuras oracionales (p. ej., sujeto, verbo, objeto). Nociones tales como sintagma nominal, sintagma verbal, sujeto y oración se motejan de «adulomorfismos» y se considera que no intervienen en las computaciones lingüísticas del niño pequeño hasta la adquisición de estructuras cognitivas elaboradas. De hecho, algunos piagetianos sostienen que «los estadios de desarrollo cognitivo determinan la naturaleza y la forma de las estructuras lingüísticas que los niños son capaces de producir y comprender» (Ferreiro y Sinclair, 1981), y, más recientemente, que «la competencia lingüística básica [es] construida por el niño después de sus adquisiciones fundamentales durante el período de la inteligencia práctica preverbal y siguiendo su modelo» (Sinclair, 1987).

¿Pero qué sucedería si, adoptando una postura piagetiana, abrazásemos el estructuralismo chomskyano negando, al mismo tiempo, las implicaciones innatistas de su teoría? Ciertamente los piagetianos tienden a aferrarse a la teoría chomskyana, hoy obsoleta, de las estructuras lingüísticas profundas y superficiales y sus diferentes transformaciones (Chomsky, 1965), sólo que, para ellos, esas estructuras y transformaciones son casos especiales de estructuras y operaciones cognitivas desarrolladas anteriormente (Sinclair, 1987). La psicolingüística piagetiana resulta más compatible con el modelo transformacional previo de Chomsky que con su modelo posterior, basado en principios y parámetros lingüísticos innatamente especificados (Chomsky, 1981). Resultaría difícil encajar este nuevo modelo con las ideas cognitivistas de los piagetianos sobre las primeras etapas de desarrollo del lenguaje³. Y, sin embargo, paradójicamente la teoría más reciente de Chomsky, que no se basa en reglas sino en principios, es más fácil de integrar con un punto de vista epigenético que su enfoque transformacional anterior, basado en reglas.

¿Sería posible que los mismos mecanismos que se utilizan para analizar escenas visuales explicasen también los principios específicamente lingüísticos que determinan las relaciones semántico-sintácticas? La vista y el lenguaje parecen seguir cada uno sus propios principios de dominio específico, por lo menos en las personas adultas, lo cual no significa necesariamente que dichos principios tengan que estar especificados innatamente de forma detallada, aunque podrían estarlo. Lo que sí sugiere ese hecho es que el

bebé debe partir con predisposiciones lingüísticas y sesgos atencionales innatamente especificados, capaces de restringir el tipo de entradas computadas para evitar la violación de principios lingüísticos específicos, en lugar de que el bebé tenga que entregarse a un ejercicio de correlación de patrones, controlado por los datos, basado en el procesamiento de entradas externas y el uso de estructuras cognitivas no lingüísticas de dominio general.⁴

Por otra parte, los piagetianos se ven en el apuro de tener que explicar las restricciones naturales que operan sobre las capacidades de inferencia de los niños. Si el niño recurriese sólo a generalizaciones basadas en procesos cognitivos de dominio general, entonces, con los datos de entrada que recibe, tendría que hacer muchas generalizaciones lingüísticas inapropiadas. Sin embargo, esas generalizaciones no se producen. Las inferencias que los niños hacen y dejan de hacer al adquirir el lenguaje están gobernadas por principios lingüísticos específicos que restringen la clase de entradas susceptibles de tales generalizaciones. Parece que, en los primeros estadios de la adquisición del lenguaje, la especificidad de dominios le gana la batalla a la generalidad de dominios. Sin embargo, los piagetianos siguen explicando todas las nociones lingüísticas como derivadas a partir de nociones cognitivas, sosteniendo que la sintaxis y la semántica son generalizaciones efectuadas a partir de representaciones sensoriomotrices y conceptuales.

Desde el punto de vista piagetiano, por consiguiente, habría predecir que el retraso lingüístico debería ir necesariamente acompañado de un retraso cognitivo grave. Pero esa predicción resulta errónea. En efecto, estudios con niños aquejados de hidrocefalia interna y espina bífida (Anderson y Spain, 1977; Cromer, 1991; Hadenius *et al.*, 1962; Swischer y Pinsker, 1971; Tew, 1979) o que sufren el síndrome de Williams (Bellugi *et al.*, 1988; Udwin *et al.*, 1987) muestran que puede haber sintaxis y morfología léxica complejas (corrección gramatical, elocuencia de vocabulario, etc.) coexistiendo con trastornos cognitivos generales muy graves.

En suma, si usted fuera piagetiano, tendría que reducir los universales lingüísticos a universales cognitivos generales y respaldar la reciente afirmación de Sinclair (1987) en el sentido de que «la competencia lingüística y la manera en que se desarrolla en el niño [es] parte integrante de una competencia cognitiva general»⁵.

La adquisición del lenguaje como proceso de dominio específico: el niño innatista

¡Qué diferentes serían sus ideas si usted fuese un teórico partidario de la especificidad de dominios! Junto con un número cada vez mayor de psi-

colingüistas evolutivos, defendería usted la idea de que los niños pequeños se centran específicamente en el lenguaje como un tipo de problema particular, y no como parte de las entradas de información de dominio general. Quienes adoptan una perspectiva de dominio específico sobre la adquisición del lenguaje esperan que el recién nacido posea una serie de sesgos atencionales orientados al lenguaje. Atribuyen la cronología de los inicios del lenguaje a la existencia de restricciones madurativas innatamente especificadas, en lugar de considerarla como el producto final de un proceso de desarrollo sensoriomotor de dominio general. Para muchos innatistas, el lenguaje es modular (es decir, totalmente independiente de otros aspectos del conocimiento)⁶. Para otros, es de dominio específico, pero no estrictamente modular. En ambos casos, el aprendizaje de la lengua materna por parte de los niños se considera un proceso guiado innatamente.

Por consiguiente, si usted adoptase una perspectiva de dominio específico sobre la adquisición del lenguaje, tendría que buscar en el recién nacido y en el niño pequeño precursores específicamente lingüísticos del surgimiento del lenguaje a los 18 meses. Y sus esfuerzos se verían recompensados.

El niño, al aprender el lenguaje, se enfrenta al menos a tres problemas⁷: cómo segmentar la corriente del habla en unidades lingüísticas significativas, cómo analizar el mundo en objetos y acontecimientos pertinentes para la codificación lingüística⁸ y cómo hacer corresponder las unidades lingüísticas con los objetos y acontecimientos del mundo, tanto en el nivel léxico como en el sintáctico. Para un innatista, estos problemas no pueden resolverse si el niño no viene dotado de procesos previos lingüísticamente orientados capaces de restringir su manera de computar las entradas lingüísticas en comparación con otras entradas auditivas. Por consiguiente, debe existir algún componente innato para la adquisición del lenguaje (lo cual, repitámoslo una vez más, no significa que tenga que haber un módulo innato plenamente acabado). Los sesgos atencionales junto con algunas predisposiciones innatas pueden hacer que el niño se centre en las entradas de información pertinentes para el lenguaje y que, con el tiempo, construya representaciones lingüísticas que sean de dominio específico. Dada la rapidez con que procesamos el lenguaje, con el tiempo el sistema podría cerrarse a otras influencias, es decir, hacerse relativamente modularizado.

Vamos a centrarnos ahora en una serie de investigaciones dirigidas a descubrir cuáles son las restricciones lingüísticas que operan sobre los comienzos del lenguaje en el recién nacido y el bebé, explorando cómo construyen y almacenan representaciones lingüísticamente pertinentes. Varias investigaciones recientes indican que la mente del bebé computa una clase

restringida de entradas lingüísticas específicas: los bebés interpretan las ondas sonoras distinguiendo entre las entradas sensoriales que son lingüísticamente pertinentes y las que no tienen que ver con el lenguaje. Según Mehler *et al.* (1986), los bebés de tan sólo cuatro días de edad son ya sensibles a ciertas características de su lengua materna. Empleando la técnica de habituación de la succión no nutritiva, que describimos en el capítulo 1, Mehler estudió si los bebés franceses eran sensibles a la diferencia entre el francés y el ruso pronunciados por un mismo hablante bilingüe. Unos estudios previos habían mostrado que, a las doce horas de vida, los bebés distinguen entre información lingüística y otros tipos de entrada acústica no lingüística. Pero otras investigaciones del propio Mehler habían puesto de manifiesto que, en el momento del nacimiento, los bebés no reaccionan aún a las diferencias entre distintas lenguas, lo cual significa que los estímulos que durante nueve meses recibe el feto *in utero* no proporcionan información lo suficientemente diferenciada como para que, en el momento del nacimiento, el niño muestre atención preferente por su lengua materna. Sin embargo, tan sólo cuatro días después del nacimiento —es decir, tras un período de experiencia sumamente corto—, los bebés estudiados por Mehler *et al.* se mostraban ya sensibles a los diferentes patrones prosódicos del francés y del ruso.

Los bebés no son sensibles sólo a patrones fonológicos o prosódicos globales. También atienden, desde muy temprano, a características que acabarán teniendo valor sintáctico. Jusczyk *et al.* (1989) estudiaron a un grupo de niños criados en un entorno de habla inglesa y descubrieron que, a los cuatro meses, los bebés eran sensibles a una serie de indicios que correlacionan con las fronteras entre oraciones, tanto en inglés como en polaco. Sin embargo, al cumplir los seis meses de edad, los niños habían perdido la sensibilidad a las fronteras oracionales del polaco, pero seguían mostrándose sensibles a las fronteras oracionales de su lengua materna. En otras palabras, la arquitectura de la mente infantil hace que, al principio, el bebé sea sensible a la estructura oracional de cualquier lengua humana. Por consiguiente, parece que hay una serie de características muy generales relativas a la estructura prosódica (y, tal vez, también sintáctica) del lenguaje humano que están ya incorporadas en el sistema o se aprenden sumamente pronto gracias a la existencia de ciertas predisposiciones lingüísticas. Estas sensibilidades iniciales canalizan el tipo de entradas que el niño computa posteriormente, permitiéndole seleccionar y estabilizar progresivamente las estructuras propias de su lengua materna.

Estos datos sugieren que hay predisposiciones y sesgos atencionales específicamente lingüísticos que permiten al niño aprender cualquier lengua humana y que, en interacción con las entradas sensoriales concretas

correspondientes a la lengua o lenguas maternas del ambiente del niño, se seleccionan determinados caminos para representar y procesar el lenguaje. En la pubertad, la posibilidad de seguir los otros caminos ya se ha perdido y el procesamiento del lenguaje al estilo de la lengua materna se ha hecho relativamente modularizado.

Más grano para el molino de la antigeneralidad de dominios proviene de los trabajos que demuestran que las categorías perceptivas relacionadas con la fonología se estabilizan sin necesidad del establecimiento previo de programas sensoriomotores (Mehler y Bertoncini, 1988). También se han realizado experimentos que demuestran que los bebés son sensibles a la diferencia entre la tonalidad relativa, pertinente para el lenguaje, y la tonalidad absoluta (p. ej., distinguir una voz femenina de otra masculina), de importancia social; o que son sensibles a los aspectos rítmicos de la entrada lingüística, la duración de las vocales, el acento lingüístico, el contorno ascendente o descendente de la entonación o distinciones fonémicas sutiles.

También hay estudios que indican que, mucho antes de que puedan hablar, los bebés son ya sensibles a las fronteras entre palabras (Gleitman *et al.*, 1988) y a las fronteras oracionales en las que se aplican reglas gramaticales (Hirsh-Pasek *et al.*, 1987). Empleando un procedimiento de preferencia auditiva semejante al de preferencia visual descrito en el capítulo 1, Hirsh-Pasek *et al.* hacían que niños de entre siete y diez meses de edad escuchasen dos tipos de entrada auditiva. Trabajando con material grabado de una madre hablándole a su bebé, se elaboraron muestras de habla iguales en todo salvo por el hecho de que, en unas, se insertaban pausas en las fronteras oracionales normales, mientras que en las otras las pausas aparecían en el interior de las oraciones. Ya a los siete meses, los bebés se orientaban durante más tiempo a las muestras que estaban segmentadas en las fronteras oracionales normales que a aquellas en que las pausas violaban las fronteras lingüísticas naturales. En otras palabras, el niño pequeño ya analiza las entradas auditivas teniendo en cuenta los indicadores de las fronteras oracionales, es decir, de una manera lingüísticamente pertinente y sobre la que más adelante se apoyarán sus representaciones de la estructura sintáctica.

A este respecto, resultan muy interesantes unos estudios realizados con niños que no habían recibido ninguna estimulación lingüística inicial: niños sordos de nacimiento cuyos padres, oyentes, no sabían el lenguaje de signos. Lo apasionante es que se descubrió que, aunque carecían de los modelos lingüísticos que normalmente poseen los niños oyentes o los niños sordos cuyos padres emplean el lenguaje de signos, estos niños inventaron un sistema visomanual que presentaba varias restricciones propias

del lenguaje natural (Goldin-Meadow y Feldman, 1979; Feldman *et al.*, 1978). Por supuesto, su sistema visomanual no se convirtió en un lenguaje de signos plenamente desarrollado. Para pasar de las predisposiciones lingüísticas a las restricciones específicas de una lengua (francés, inglés, lenguaje de signos americano, español, polaco, etc.) se necesitan entradas informativas ambientales. Pero casos como el que acabamos de mencionar subrayan, una vez más, la importancia de esos procesos de dominio específico, innatamente guiados, que pueden poner en marcha la adquisición del lenguaje incluso en ausencia de modelos.

Y en el caso normal, en que sí hay un modelo lingüístico, los niños pequeños claramente atienden, no a entradas de dominio general, sino a información de dominio específico relacionada con el lenguaje. Hay muchos datos que demuestran que, en su análisis inicial del lenguaje, el niño opera como si se tratase de un problema formal de dominio específico (Bloom, 1970; Karmiloff-Smith, 1979a; Valian, 1986, 1990). Un ejemplo que me parece especialmente revelador proviene de las investigaciones de Petitto (1987)¹⁰, en las que estudiaba cómo adquirían los niños sordos los pronombres personales «tú» y «yo» del lenguaje de signos americano (ASL). Los sujetos de Petitto eran sordos de nacimiento, pero crecían en un ambiente lingüístico normal porque sus padres eran «hablantes» nativos de ASL. En esta lengua, los pronombres personales son de los pocos signos que se parecen a un gesto natural. «Yo» se codifica señalándose uno mismo con el dedo; «tú», señalando al interlocutor. Si los esquemas de acción sensoriomotriz fuesen la base necesaria para adquirir el lenguaje siguiendo un proceso de dominio general, los signos «yo» y «tú» deberían aparecer muy pronto en ASL, como prolongación natural de los gestos de señalar con el dedo. Además, no deberían producirse los errores deícticos típicos del lenguaje hablado, tales como la equivocación que temporalmente cometen los niños de usar «tú» para referirse a ellos mismos (Chiat, 1986; Tanz, 1980). Sin embargo, no se cumple ninguna de estas predicciones de dominio general sobre la adquisición del ASL. Los datos de Petitto demuestran que el gesto no lingüístico de señalar con el dedo aparece bastante antes que el uso sintáctico del pronombre en el lenguaje de signos y que el uso lingüístico de los pronombres aparece al mismo tiempo en ASL que en el lenguaje hablado. Esto no significa que no haya otros signos de naturaleza más léxica que no aparezcan antes en ASL (Bonvillian *et al.*, 1983; Meier y Newport, 1990)¹¹. Pero la cuestión es que los pronombres no son una prolongación de los gestos, sino que forman parte integrante de un proceso de desarrollo de dominio específico: el del sistema lingüístico.

También es importante el hecho de que los niños sordos que adquieren el ASL como lengua materna empiezan a cometer errores en el uso de

los pronombres personales con posterioridad. Al principio, usan los pronombres correctamente, pero después pasan por una etapa en que usan el signo de «tú» (señalar al interlocutor) para referirse a ellos mismos; o durante algún tiempo, en lugar de los pronombres personales, usan nombres propios. Es importante resaltar que los niños hacen esto a pesar de su pericia anterior en el uso del signo y a pesar de la aparente transparencia que en este caso existe entre las relaciones semánticas y sintácticas. Lo que sucede es que el niño sordo pasa por alto el carácter *indicativo* de los signos (la correspondencia entre los gestos de señalar y la información semántica) centrándose en su aspecto *formal* (el hecho de que son pronombres personales integrados en un sistema lingüístico formal).

El modelo RR explicaría este proceso de desarrollo en función de un cambio en las representaciones. Inicialmente el niño se centra en los datos de entrada y almacena dos representaciones independientes de nivel I correspondientes a «tú» y «yo». Posteriormente, cuando el niño está ya en condiciones de hacer producciones eficaces y sistemáticas, las representaciones de nivel I se reescriben, de tal manera que los componentes lingüísticos de la referencia mediante pronombres personales se definen explícitamente en el formato E1. Es entonces cuando pueden establecerse vínculos entre los componentes que ambas entradas tienen en común, de manera que las nuevas representaciones pueden formar un subsistema de pronombres personales.

La aparición tardía de errores ilustra de modo espectacular cómo los mecanismos de dominio específico que abstraen los datos restringen al niño haciéndole analizar solamente aquellos aspectos de la entrada que son pertinentes para el sistema lingüístico formal. En cambio, otros mecanismos de dominio específico distintos pueden interpretar esa *misma* entrada de forma no lingüística (p. ej., el gesto de señalar con el dedo puede interpretarse como un gesto social en lugar de como un signo lingüístico arbitrario).

Otro ejemplo que ilustra la naturaleza de dominio específico de los mecanismos de abstracción de datos y de producción proviene de los estudios neuropsicológicos sobre lesiones cerebrales en personas adultas «hablantes» del lenguaje de signos (Poizner *et al.*, 1987). Estos pacientes pueden ser capaces de imitar un movimiento manual, pero son incapaces de producir esa misma forma cuando se emplea en un contexto lingüístico. En otras palabras, su producción lingüística no se basa en procesos de dominio general; aparentemente, los *signos lingüísticos* realizados manualmente se almacenan y se procesan independientemente de los *gestos* manuales. Por consiguiente, parece que en el curso del aprendizaje el sistema lingüístico se vuelve de dominio específico y se hace relativamente modu-

larizado. En los pacientes anteriores, lo que las lesiones han dañado son esos procesos de dominio específico, sin afectar a la capacidad de producir gestos manuales *no lingüísticos* de forma y complejidad semejante.

Una misma entrada puede, por consiguiente, estar abierta en cualquier momento a diferentes interpretaciones, dependiendo de cuál sea el foco concreto de dominio específico del niño (o del adulto). En lo que al lenguaje se refiere, desde el principio y a lo largo de todo el proceso de adquisición, parece haber restricciones de dominio específico relativas a la abstracción y representación de datos lingüísticamente relevantes, que operan tanto en la semántica como en la sintaxis.

La sensibilidad del bebé y del niño a las restricciones semánticas

¿Cómo pueden averiguar los niños cuál es la relación entre los conceptos y el léxico de su lengua materna? Una vez más, veremos cómo hay restricciones previas que reducen las hipótesis del niño sobre el posible significado de las palabras. (Carey, 1982; E. Clark, 1987; Dockrell y Campbell, 1986; Gleitman, 1990; Hall, 1991; Markman, 1987, 1989; Merriman y Bowman, 1989). De esta manera puede evitarse un problema inductivo que, de otro modo, sería prácticamente imposible de resolver. Gleitman (1990) efectúa un análisis particularmente claro del problema general de las restricciones que operan en el aprendizaje de las palabras. Esta autora plantea el problema de Quine (1960) del siguiente modo: dada una producción lingüística y una situación a la que se refiere, ¿cómo podría un adulto inteligente, por no decir un niño de 18 meses, dar con el significado de una palabra nueva en vista de la multitud de posibles interpretaciones que tiene a su disposición? Por ejemplo, si un adulto señala un gato diciendo «¡mira, un gato!», ¿cómo puede saber el niño si el hablante usa la palabra «gato» para referirse a la totalidad del animal, a sus bigotes, al color de su pelo, al felpudo en el que está echado, a la escudilla de agua de la que bebe, a la acción de lamerse el pelo, al sonido que hace al ronronear, al lazo que adorna su cuello, al hecho de que al hablante le gustan los animales o a los detalles del fondo de esa escena (y así *ad infinitum*)? Veremos que los mismos problemas de inducción potencial afectan no sólo a los nombres sino también a los verbos. ¿Cómo podríamos inferir a partir tan sólo de los detalles del ambiente exterior cuál es la distinción lingüística entre, por ejemplo, «mirar» y «ver» o entre «perseguir» y «huir»? Según Gleitman, estos problemas inductivos surgirían sólo si el aprendiz estuviese únicamente pertrechado de la capacidad de hacer interpretaciones basadas en la observación de la escena que se le describe lingüísticamente. Pero las cosas no son así.

Según Gleitman, el procesamiento perceptivo y conceptual que el niño realiza de los acontecimientos y objetos de su ambiente está restringido para efectuarse en niveles específicos de abstracción y taxonomía. El niño no se enfrenta a la tarea de aprender las palabras a través de la mera observación, sino que el espacio de hipótesis que el niño puede plantearse respecto al posible significado de las palabras de su lengua está sujeto a restricciones de principio. Estas restricciones son producto, por un lado, de sesgos de dominio específico que afectan a las relaciones entre los objetos o acontecimientos del mundo y las palabras, y, por otro, de una sensibilidad a las distinciones que operan dentro del propio sistema lingüístico. Vamos a ocuparnos de cada uno de estos aspectos por turno.

En primer lugar, está el proceso de interacción entre las restricciones lingüísticas y las que se derivan de las interpretaciones que el niño hace del mundo físico (mediante la percepción visual o, en el caso de niños ciegos, mediante la percepción háptica). Carey (1982)¹² aborda este problema de manera sucinta planteando la siguiente pregunta: cuando un niño oye una palabra, ¿a qué tipos ontológicos supone que se refiere esa palabra: a objetos completos, a sus características, a sustancias o a qué? ¿Construyen los niños los significados de las palabras mediante un simple proceso de acumulación de rasgos semánticos (redondo, peludo, verde, puntiagudo, etc.), componente por componente (E. Clark, 1973; Baron, 1973), o hay restricciones en los significados posibles de las palabras que introducen un sesgo en la manera en que el niño interpreta las entradas lingüísticas? Ha habido varios intentos de dar respuesta a estas preguntas, pero el más interesante para nuestra exposición proviene de un enfoque sobre el aprendizaje de las palabras en la primera infancia y en períodos posteriores que se basa en la noción de restricciones.

Mandler (1988, 1993) ha proporcionado las especulaciones más concienzudas y mejor desarrolladas sobre la manera en que los niños pequeños construyen representaciones adecuadas para la codificación lingüística posterior. Según Mandler, los niños pequeños realizan un proceso de análisis perceptivo que va más allá de la computación rápida y automática de las entradas perceptivas. Este análisis perceptivo ocasiona la formación de primitivos perceptivos tales como MOVIMIENTO PROPIO / MOVIMIENTO PROVOCADO / TRAYECTORIA / SOPORTE / AGENTE. Estos primitivos guían la manera en que los bebés analizan los acontecimientos del mundo en entidades separadas que se encuentran sobre un soporte o están contenidas en un recipiente, y que se mueven de fuentes a metas siguiendo determinadas clases de trayectorias en función de que el movimiento sea animado o inanimado. Según Mandler, estos primitivos perceptivos se redesciben en un formato icónico-esquemático accesible,

lo cual proporciona un nivel de representación intermedio entre la percepción y el lenguaje. Y son estos esquemas icónicos accesibles los que facilitan el desarrollo semántico (es decir, el establecimiento de relaciones entre categorías lingüísticas y categorías conceptuales). Los esquemas icónicos son representaciones no proposicionales, analógicas, de relaciones espaciales y movimientos; es decir, se trata de estructuras conceptuales que son proyección directa de estructuras espaciales.

El proceso de redescrición de los primitivos perceptivos en representaciones esquemáticas icónicas, y de estas últimas en formato lingüístico, muestra cómo puede aplicarse el modelo RR, bosquejado en el capítulo 1, a períodos muy tempranos de la infancia. He subrayado el hecho de que la redescrición representacional puede ocurrir al margen de las relaciones entre entradas y salidas. Mandler hace extensivo el modelo RR al procesamiento en directo, sugiriendo que también puede producirse la redescrición cuando el niño está activamente ocupado en el análisis de las entradas perceptivas redescribiéndolas al formato más accesible de los esquemas icónicos. Al igual que el modelo RR, Mandler postula que lo que tiene que estar innatamente especificado para la formación de esquemas icónicos es un mecanismo de análisis, no necesariamente sus contenidos.

La redescrición a formato lingüístico de los esquemas icónicos que conceptualizan las relaciones espaciales indica que, en el caso de la semántica, debe existir una relación más estrecha entre el lenguaje y el conocimiento que en el de la sintaxis.

¿Cómo aprenden los niños pequeños el significado de las palabras de su lengua? Es evidente que atienden al ambiente en que los adultos y otras personas utilizan las palabras y explican su significado. ¿Pero es suficiente con esto? Cuando el adulto señala un objeto y dice «Es un X», estamos ante un tipo de definición ostensiva que, por defecto, se queda muy lejos de determinar suficientemente el significado de las palabras. Para superar este problema, es preciso que los niños aporten a la tarea de aprender palabras un conjunto limitado de hipótesis sobre los posibles tipos de significado que éstas puedan tener. Markman y sus colegas (Horton y Markman, 1980; Markman, 1980; Markman y Wachtel, 1988¹³) han mostrado cómo, ya hacia los tres años de edad (y puede que incluso desde los 18 meses, coincidiendo con el período de desarrollo explosivo del vocabulario [Bloom *et al.*, 1985; Dromi, 1987; McShane, 1979; Nelson, 1973]), los niños parecen regirse por tres suposiciones relativas a las relaciones entre las palabras y sus referentes: la suposición del objeto completo, la suposición taxonómica y la suposición de exclusión mutua. En primer lugar, entre los tres y los cinco años, los niños suponen que una palabra nueva se

refiere a la totalidad de un objeto, y no a su sustancia, partes constitutivas, color, textura, tamaño, forma, etc. En segundo lugar, los niños hacen extensiva una palabra recién adquirida a objetos que pertenezcan a la misma clase taxonómica antes que a objetos relacionados temáticamente con el original. Así, si un niño oye la expresión «Mira el daco» mientras ve a un adulto señalando un objeto, el niño hace corresponder «daco» con el objeto completo en lugar de con una de sus partes, aunque en lo que el adulto ha dicho no haya nada que así lo indique. Además, los niños tienden a suponer que las palabras nuevas se refieren a niveles categoriales básicos (p. ej., perro), en lugar de a clases superordenadas o subordinadas (p. ej., animal o podenco). La tercera suposición se basa en el principio de exclusión mutua, de manera que, al oír una palabra nueva (p. ej., «víbora»), los niños tienden a aplicarla a un objeto para el que aún no tengan etiqueta, si la del resto de los objetos presentes (p. ej., perros, gatos, etc.) ya la conocen. Esto significa que el niño puede aprender una palabra nueva sin necesidad de que el hablante use un gesto indicativo.

Markman subraya que estos sesgos no son deterministas, sino probabilísticos¹⁴. Puede prescindirse de ellos cuando exista información alternativa suficiente en favor de otra interpretación. Por ejemplo, la suposición de exclusión mutua hace que los niños esperen que cada objeto se designe con una sola etiqueta. Por eso, cuando oyen decir «Mira qué pelo tan bonito», al tiempo que un adulto señala un gato, un niño que ya conozca la palabra «gato» puede usar la suposición de exclusión para prescindir de la de objeto completo y adquirir, así, una palabra nueva para referirse a una característica del objeto (el pelo). Asimismo, al oír «Es un animal muy majo», el niño puede prescindir de la suposición de categoría básica y aprender la etiqueta superordenada («animal»).

Hall (1991) ha demostrado recientemente que hay sesgos similares que restringen la manera en que los niños llegan a comprender lo que él denomina significados «limitados» frente a significados «ilimitados» de las palabras. Por ejemplo, mientras que la palabra «persona» sirve para referirse a alguien a lo largo de toda su vida y en cualquier situación, palabras como «joven» o «pasajero» sólo pueden usarse en determinados períodos o circunstancias; tienen significados «limitados». Más aún, alguien puede ser simultáneamente una persona y un pasajero. Todos éstos son hechos intrincados que afectan a las palabras y con los que el niño tiene que enfrentarse. La investigación de Hall muestra cómo los adultos son implícitamente conscientes de estas dificultades, y tienden a enseñar a los niños pequeños las palabras «ilimitadas» por ostensión pura, mientras que los significados «limitados» se enseñan mediante una combinación de ostensión y explicaciones directas que proporcionan al niño indicios acerca de

cómo hay que limitar esos significados especiales. Es precisamente la ausencia de indicios extra la que inclina al niño a considerar que la ostensión pura se refiere a objetos completos de categoría media, en lugar de a propiedades, partes y niveles subordinados o superordenados.

Todas estas diferentes suposiciones o sesgos, asumidos por defecto, sirven para guiar las hipótesis iniciales del niño acerca del significado de los nombres, ayudándole a prescindir de innumerables inferencias que podrían hacerse pero que son incorrectas. Ahora bien, es evidente que estas suposiciones también pueden llevar a error. Por eso, aunque los sesgos sean fuertes, también deben ser lo suficientemente flexibles como para ser desplazados por otro tipo de información cuando resulte más pertinente. Es obvio que hay que distinguir entre los sesgos probabilísticos que operan en la determinación de las posibles correspondencias semánticas del significado de las palabras y las restricciones de la sintaxis, más deterministas.

La sensibilidad del bebé y del niño a las restricciones sintácticas

Quienes sostienen la idea de que la adquisición del lenguaje surge de restricciones cognitivas no lingüísticas seguramente no aceptarían la posibilidad de que los bebés sean sensibles a restricciones puramente sintácticas presentes en la estimulación lingüística. Sin embargo, Katz *et al.* (1974) demostraron que los bebés de 17 meses pueden usar información sintáctica para distinguir entre un nombre que se refiere a una clase de objetos y otro que funciona como nombre propio. Esta capacidad era evidente mucho antes de que los niños fuesen capaces de usar determinantes en sus propias producciones. Así, cuando los niños oían al experimentador decir «un daco», escogían una muñeca similar a la que el experimentador había dado ese nombre, mientras que, cuando oían «Daco», escogían la muñeca concreta a la que el experimentador había llamado con el nombre propio «Daco». Estos datos indican que, para los niños pequeños, el lenguaje constituye un ámbito de problemas *per se* desde mucho antes de que ellos mismos sean capaces de producir cantidades significativas de lenguaje. En otras palabras, los niños pequeños hacen uso de las sutilezas morfosintácticas del sistema lingüístico para averiguar cuál es el significado de las palabras.

¿Pero qué sucede con otros aspectos más complejos de la sintaxis? ¿Son los niños pequeños sensibles al orden de las palabras de las secuencias lingüísticas o a las diferencias entre estructuras verbales transitivas e intransitivas? Hirsch-Pasek *et al.* (1985) emplearon el paradigma de prefe-

rencias visuales, descrito en el capítulo 1, para ver si los niños pequeños eran sensibles al orden de las palabras. Se cogían bebés cuya producción lingüística era relativamente pequeña y se les enseñaban dos escenas de dibujos animados en un par de pantallas. Mientras contemplaban las escenas, un altavoz oculto emitía una oración que sólo encajaba con lo que sucedía en una de las pantallas. Si los niños mirasen durante períodos de tiempo significativamente mayores a la secuencia que se correspondía con la oración emitida, eso demostraría su sensibilidad a las distinciones codificadas lingüísticamente. Hirsch-Pasek *et al.* comprobaron que niños de 17 meses, incapaces aún de producir algo parecido a una oración, podían, sin embargo, distinguir entre oraciones como «El Pajarraco hace cosquillas al Monstruo de las Galletas» y «El Monstruo de las Galletas hace cosquillas al Pajarraco». Si sólo se fijasen en las palabras que aparecen en las oraciones sin prestar atención al orden, la mirada a las dos pantallas debería haberse distribuido al azar; pero no es eso lo que sucedía. Los niños miraban significativamente durante más tiempo a la pantalla que correspondía con la producción lingüística, lo cual demuestra que ya a esa edad tan corta el orden de las palabras es *lingüísticamente relevante* para los niños.

Aunque los niños pequeños sean sensibles al orden de las palabras, no hay que confundir éste con el orden serial. El orden lingüístico al que son sensibles es dependiente de la estructura (es decir, el orden relativo de sintagmas nominales y sintagmas verbales) (Chomsky, 1987; Crain y Fodor, 1993), no del orden de cada palabra aislada. Las teorías de dominio neutral defienden la idea de que los niños averiguan cómo funciona su lenguaje recurriendo a reglas que ponen en orden categorías conceptuales o acontecimientos del mundo real. Pero no es así. Por ejemplo, no hay ninguna razón *conceptual* por la que los pronombres y los nombres propios no puedan ser modificados por adjetivos pronominales. ¿Qué es lo que, conceptualmente, impediría que los niños señalaran a dos individuos y, usando pronombres déicticos, dijese: «gran ella, pequeño él»? Sin embargo, según los estudios de Bloom (1990), en inglés los niños nunca violan esta restricción específicamente lingüística. Experimentos tanto de producción como de comprensión demuestran que, al procesar el lenguaje, los niños ordenan categorías *lingüísticas* abstractas, y no categorías *conceptuales*. Los niños analizan los pronombres como sintagmas nominales, no como palabras aisladas; y los sintagmas nominales no pueden modificarse mediante adjetivos pronominales, ya que eso violaría una restricción de la lengua inglesa. Ahora bien, si los niños generasen hipótesis cognitivas generales (es decir, no hipótesis específicamente lingüísticas) para comprender el lenguaje adulto, seguramente optarían por la hipótesis más sencilla (el orden de los elementos) en lugar de una hipótesis cognitiva-

mente más compleja (el orden de los sintagmas dependiente de la estructura). En cambio, lo que los niños usan son hipótesis de dominio específico lingüísticamente relevantes.

Hirsch-Pasek *et al.* (1988) analizaron la comprensión infantil de una distinción lingüística aún más compleja. Estos autores estaban interesados en ver si los niños eran capaces de procesar las restricciones que afectan a los verbos causativos. Se hacía que los niños escuchasen oraciones como «El Pajarraco gira al Monstruo de las Galletas» (o «El Pajarraco gira con el Monstruo de las Galletas») mientras contemplaban dos escenas en las pantallas: en una, aparecía el Pajarraco haciendo girar al Monstruo de las Galletas, y en la otra tanto el Pajarraco como el Monstruo de las Galletas giraban juntos. Usando de nuevo la técnica de preferencias visuales, se comprobó si los niños miraban más a la escena que correspondía con la oración emitida. En otros ensayos se utilizaban verbos que era improbable que los niños conociesen, como, por ejemplo, «flexionar», también en oraciones transitivas e intransitivas. Aunque a los 24 meses de edad no se pudo encontrar ningún efecto sistemático, a los 27 meses (mucho antes de que esas distinciones se reflejen en su propia producción lingüística), los niños miraban significativamente más a la pantalla en que aparecía la escena que encajaba con la oración. Estos resultados nos permiten llegar a la conclusión de que, poco después de cumplir dos años, los niños saben que, en inglés, sólo los verbos transitivos expresan la presencia de un agente causal y que éste no puede ocupar la posición de un argumento oblicuo (el sintagma con la preposición *con*). Además, el niño comprende que el sintagma encabezado por *con* impide que se haga una lectura transitiva de la frase. Resulta difícil comprender cómo unos niños tan pequeños podrían haber aprendido distinciones lingüísticas tan sutiles basándose solamente en acciones sensoriomotrices de dominio general.

La necesidad de facilitación [*bootstrapping*] tanto semántica como sintáctica

Gleitman (1990) distingue entre la facilitación [*bootstrapping*] semántica (usar la semántica para llegar a la sintaxis) y la facilitación [*bootstrapping*] sintáctica (el uso de la sintaxis para predecir la semántica). Aunque la mayoría de los psicolingüistas evolutivos se ha centrado en uno u otro de estos procesos, según Gleitman el desarrollo del lenguaje se basa en los dos. Ambos hacen un uso fundamental de las relaciones canónicas entre la sintaxis y la semántica.

La hipótesis de la facilitación semántica implica el establecimiento de

correspondencias entre las palabras y el mundo, para lo cual el niño explora el ambiente observable en busca de posibles candidatos a referentes (véanse las detalladas exposiciones de Pinker, 1984, 1987). Gleitman dice que ésta es la «hipótesis del aprendizaje observacional» y admite que, en parte, el niño adquiere el significado de los verbos de este modo. Las diferencias entre verbos estrechamente relacionados entre sí (por ejemplo, «romper/desgarrar», «despedazar/desmenuzar») deben captarse mediante aprendizaje observacional, puesto que los marcos sintácticos de dichos verbos no difieren entre sí (Fillmore, 1968).

Pero, aunque la facilitación semántica sea necesaria, no basta para explicar cómo adquieren los niños normales muchos significados verbales¹⁵. En apoyo de esta idea, Landau y Gleitman (1985) analizan los problemas a los que se enfrenta un niño ciego de nacimiento para distinguir entre los verbos «ver» y «mirar». ¿Cómo podrían los niños ciegos —se preguntan Landau y Gleitman— recurrir al aprendizaje observacional para guiar sus hipótesis sobre el significado de estos dos verbos? De hecho, el problema existe también en el caso de los niños videntes. Los indicios sobre el significado de las palabras no están solamente en el ambiente externo de objetos físicos y acciones. Más bien, esos indicios residen en la estructura del propio lenguaje, en los diferentes marcos subcategoriales en que esos verbos pueden usarse¹⁶. Algunos verbos toman tres estructuras argumentales; otros, sólo dos. Algunos verbos codifican medios y fines expresados en sintagmas preposicionales; otros, no. El uso de determinados verbos con determinados marcos subcategoriales depende de la perspectiva que adoptemos como hablantes, de que interpretemos una interacción entre dos personas como «dar a» o «tomar de», «huir de» o «perseguir a», etc. El mismo acontecimiento puede describirse de formas muy distintas. Para dar con los significados lingüísticos, el niño pequeño debe ser sensible a estas diferencias *intralingüísticas*. La estructura de los marcos de subcategorización ayuda a los niños a averiguar cuáles son las intenciones de los hablantes, así como las diferencias de significado entre verbos que se emplean para describir contextos extralingüísticos potencialmente equivalentes.

El mensaje fundamental que hay en la tesis de Gleitman es que, con independencia de que sean ciegos o videntes, los niños no pueden basarse sólo en el aprendizaje observacional, sino que es preciso que aporten a la situación de aprendizaje lingüístico presuposiciones relativamente complejas sobre la estructura del lenguaje mismo. Las personas que rodean a los niños no les proporcionan un comentario continuo sobre los acontecimientos y escenas que suceden en el mundo. Y, aunque lo hicieran, las definiciones ostensivas están subdeterminadas. De cualquier forma, las pro-

dicciones de los adultos también se refieren a cosas que no ocurren en el aquí y ahora. Por ejemplo, un padre puede decir a su hijo: «Cuando acabes de tomarte la cena, veremos *Barrio Sésamo*. Después Papá te quitará la ropa y te bañará antes de que Mamá vuelva del trabajo. ¡Ay, Dios mío, mira lo que has hecho! Lo has tirado todo al suelo. Voy a por el friegasuelos. ¡Qué tarde se nos ha hecho! Escucha, es el coche de Mamá». Si el niño se limitase a establecer correspondencias entre las palabras y el mundo, eso le llevaría a desarrollar incontables hipótesis erróneas sobre el significado de las palabras, en general, y el de los verbos en particular.

Gleitman adopta una postura distinta. Según ella, los niños tienen que establecer correspondencias entre las oraciones y el mundo para intentar dar con las distinciones semánticas que diferencian a verbos tan estrechamente relacionados como «mirar/ver», «escuchar/oír», «tirar/caer», «esconder/desaparecer» y «perseguir/huir». Estas diferencias raramente son observables en el contexto extralingüístico en que se emplean, pero pueden inferirse a partir del contexto intralingüístico en que aparecen, porque emplean distintos marcos de subcategorización. Se dice «Escondí la pelota», pero no «Desaparecí la pelota»; «Huí del hombre», pero no «El hombre persiguió de mí»; «El papel cayó», pero no «El papel tiró». Lo que reduce las opciones interpretativas es el hecho de que puedan expresarse significados semejantes mediante verbos con distintos marcos de subcategorización. De este modo, la sintaxis funciona, en palabras de Gleitman, «como una especie de *zoom* mental» que ayuda a centrarse, entre las distintas interpretaciones posibles de lo que el hablante intenta expresar, en la correcta. Una vez más, resulta difícil ver cómo podrían unos mecanismos de abstracción de datos de dominio general dar lugar por sí solos a la comprensión de distinciones lingüísticas tan sutiles.

Más allá de la infancia

La extraordinaria hazaña de adquirir el lenguaje tiene lugar sin esfuerzo en un período muy corto de tiempo. Cuando el niño tiene tres o cuatro años, ya habla y entiende con fluidez. ¿Es eso, por consiguiente, todo lo que hay en el lenguaje: un conjunto de restricciones para atender a las entradas lingüísticas, procesarlas y representarlas; sesgos que restringen la manera en que el niño representa objetos y acontecimientos del mundo y los procesos posteriores de facilitación semántica y sintáctica? ¿Se reduce la adquisición a lograr maestría conductual en cada uno de los aspectos del sistema lingüístico? Vamos a ocuparnos de estas cuestiones

dando un salto de un par de años e imaginando que el niño se ha convertido ya en un hablante que usa con fluidez su lengua materna.

El modelo RR y cómo convertirse en un pequeño lingüista

Según el modelo RR, bosquejado en el capítulo 1, el desarrollo normal implica bastante más que alcanzar maestría conductual. Mandler ha postulado la formación de representaciones icónico-esquemáticas que median entre la percepción y el lenguaje y ha utilizado el proceso de redescrición representacional para explicar cómo se pasa de un formato de representación a otro. El modelo RR postula, además, que las propias representaciones lingüísticas son posteriormente objeto de redescrición, de manera que se convierten en objetos de atención lingüística al margen de su utilización en directo en procesos de comprensión y producción. En otras palabras, los niños pequeños van más allá de la maestría conductual, más allá de la fluidez en la producción de enunciados y el éxito en el establecimiento de la comunicación, pasando a explotar el conocimiento lingüístico que tienen almacenado. Es este paso el que les permite llegar a convertirse en pequeños lingüistas.

Las representaciones lingüísticas que se construyen durante la infancia les sirven a los niños para comprender y producir su lengua materna. Pero mi idea es que esas representaciones lingüísticas iniciales no están disponibles como datos para la reflexión metalingüística. Se almacenan y se utilizan como procedimientos que permiten comprender y producir enunciados de forma eficaz. Son, por utilizar la metáfora del capítulo 1, información en la mente; y aún no, conocimiento para la mente.

Para convertirse en datos flexibles y manipulables (representaciones del nivel E1) y, por tanto, llegar finalmente a ser accesible a la reflexión metalingüística y ser susceptible de relacionarse con otros aspectos del conocimiento a través de dominios distintos (representaciones del nivel E2/3) es preciso que el conocimiento embudido implícitamente en los procedimientos lingüísticos (representaciones de nivel I) se rreprésente.

Sin duda, resulta fácil determinar cuándo un niño posee conocimiento metalingüístico verbalmente expresable. Pero el modelo RR postula un primer nivel de redescrición que no puede expresarse verbalmente y sobre cuya existencia es preciso buscar indicios empíricos más sutiles. El hecho de que ese nivel de redescrición tiene lugar se ve apoyado por fenómenos como los errores de aparición tardía y las autocorrecciones. Vamos a ver brevemente tres ejemplos.

El primero procede de la adquisición del francés. En francés la palabra

«mes» es el adjetivo posesivo de primera persona del plural («mis»). «Ma voiture» quiere decir «mi coche»; «mes voitures», «mis coches». Pero, a diferencia de lo que sucede en castellano, en el francés oral el marcador de plural sólo se pronuncia en el adjetivo posesivo («mes»), pero no en el nombre («voitures»). Por lo tanto, en francés oral esa palabra tan pequeña, «mes», transmite una gran cantidad de información. Mis experimentos demuestran que los niños de cuatro años utilizan con facilidad este término en situaciones en que hay que expresar posesión y pluralidad (por ejemplo, «mes voitures» para referirse a «todos mis coches»). Poseen representaciones de nivel I que funcionan de forma eficaz. En cambio, los niños de seis años expresan de manera redundante los componentes semánticos de la palabra «mes», utilizando marcadores explícitos para cada uno de los rasgos que hay implícitos en ella, lo que les lleva a emitir frases como «Toutes les miennes de voitures» («Todos los míos coches»), donde la totalidad se expresa mediante «toutes»; la pluralidad, con «les», y la posesión, con «miennes». Si hacemos preguntas metalingüísticas a los niños de esta edad, comprobamos que las razones que les llevan a este exceso de marcaje explícito de los rasgos (representaciones de nivel E1) no les resultan accesibles a la conciencia. Para eso es preciso alcanzar otro nivel más de redesccripción (E2/3). El exceso de marcaje desaparece posteriormente; los niños mayores vuelven a usar «mes», pero esta vez son capaces de explicar los distintos componentes semánticos del sistema de determinantes posesivos (Karmiloff-Smith, 1979a, 1986).

Un ejemplo semejante proviene de los estudios de Newport (1981) sobre la adquisición del lenguaje de signos americano (ASL). Los signos del ASL poseen estructura morfológica, pero inicialmente los niños utilizan los signos como totalidades (representaciones de nivel I). Los padres sordos que no son usuarios nativos de ASL (es decir, que adquirieron el lenguaje de signos de adultos) no son capaces de analizar los signos en sus componentes morfológicos. En cambio, los niños que adquieren ASL como lengua materna sí analizan su estructura morfológica. La existencia de ese conocimiento se pone de manifiesto a través de la aparición de «errores tardíos» en su producción después de haber usado los signos correctamente durante algún tiempo. Los errores consisten en realizar de forma entrecortada los movimientos de un signo separando dos marcadores morfológicos distintos, en lugar de ejecutarlo de un tirón con el movimiento fluido con que suele realizarse. Sería algo así como si, en el lenguaje hablado, al principio pronunciásemos correctamente la palabra «mecanógrafa», pero después empezásemos a decir «mecanó-graf-a». El hecho de que se extraigan las partes componentes de los signos inicialmente holísticos parece de nuevo un indicio de redesccripción representa-

cional (representaciones de nivel E1). Sin embargo, no hay ningún indicio en los datos de Newport de que los niños sean conscientes del carácter segmentado de sus nuevas producciones. En otras palabras, las representaciones no están todavía en el formato E2/3. El exceso de marcaje desaparece posteriormente y los niños mayores vuelven a usar signos externamente semejantes a los que usaban cuando eran más pequeños. Sin embargo, el modelo RR postula que las producciones posteriores, aunque idénticas, surgen de representaciones más explícitas que las representaciones procedimentales que subyacían a las producciones iniciales.

Es importante resaltar que ni en el ejemplo del ASL ni en el del francés los niños podían extraer la información relativa a los componentes morfológicos directamente a partir de la estimulación ambiental, dado que los padres no deletrean los marcadores morfológicos en sus producciones. Los errores cometidos en francés y en ASL indican que el niño analiza las representaciones de nivel I extrayendo la información implícita que contienen. Como los procedimientos originales siguen intactos y se producen al mismo tiempo que los que contienen un exceso de marcaje, creo que esto indica que el análisis se efectúa sobre redescpciones (nivel E1) de los procedimientos. Y son estas representaciones redescritas las que forman la base en la que los niños normales se apoyan para construir posteriormente teorías sobre el lenguaje y responder a tareas metalingüísticas¹⁷ (representaciones de nivel E2/3). En otras palabras, el ambiente externo constituye la entrada sobre la que se centran los sesgos atencionales lingüísticos para formar y almacenar representaciones lingüísticamente pertinentes, pero son las redescpciones de las representaciones internas las que sirven de base para el desarrollo posterior y para las teorías intuitivas que los niños crean espontáneamente sobre cómo funciona el sistema lingüístico.

Nuestro tercer ejemplo de redesccripción se refiere a las autocorrecciones espontáneas y su relación con la conciencia metalingüística posterior. He aquí una explicación metalingüística de un niño de diez años. El contexto estaba formado por dos lapiceros, un borrador, un pendiente y el reloj del propio niño. El experimentador ha escondido el reloj y ha preguntado: «¿Qué he hecho?». La conversación fue como sigue:

Niño: Has escondido el reloj.

Exp.: ¿Por qué has dicho «el reloj»?

Niño: Pues... «mi reloj» porque es mío, pero he dicho «has escondido el reloj» porque no hay otros relojes. Si te hubieras quitado el tuyo, habría tenido que decir «has escondido mi reloj», porque podría ser confuso, pero así es mejor que diga «has escondido el reloj» para que nadie piense que el tuyo también estaba.

Éste es un ejemplo bastante elocuente de cómo pueden producir los niños elaboradas explicaciones verbales una vez tienen acceso a esa parte de su conocimiento lingüístico. (Recuérdese que el uso correcto de «mi», «el», etc., ocurre mucho antes, hacia los cuatro-cinco años de edad).

Ahora bien, si nos limitásemos sólo a tomar en cuenta la diferencia entre el uso correcto en el niño más joven y las explicaciones metalingüísticas del niño mayor, sólo cabría postular dos niveles de representación: las representaciones implícitas de nivel I, que explican el uso correcto, y las representaciones de nivel E2/3, que posibilitan las explicaciones verbales. ~~Para postular la existencia de representaciones E1 entre las dos anteriores,~~ es preciso encontrar otra clase de datos. Las autocorrecciones espontáneas resultaron ser la clave que estaba buscando. Volvamos al juego de esconder cosas que acabamos de ver. Durante la prueba, es frecuente que los niños se corrijan a sí mismos. A veces, sus correcciones son léxicas: «Has escondido el lap... no; el reloj». Otras veces son correcciones referenciales: «Has escondido el lápiz azul... no, el rojo». Pero también efectúan lo que voy a denominar «correcciones sistémicas»: «Has escondido mi rel... el reloj». (Como puede apreciarse, esta última afirmación es exactamente equivalente, en el ámbito de las correcciones, a la explicación metalingüística anterior.) Estas correcciones no corrigen errores; la expresión «mi reloj» identifica el referente sin ninguna ambigüedad. Más bien, lo que hacen es denotar la sensibilidad de los niños a la fuerza de los distintos determinantes, que ya no se almacenan independientemente, sino como parte de un subsistema lingüístico. En mi opinión, estos subsistemas se construyen extrayendo rasgos comunes después de un proceso de re-descripción representacional. Los niños más pequeños no hacen ese tipo de autocorrecciones en tales circunstancias, pero sí los niños de alrededor de seis años. En otras palabras, aunque sean incapaces de dar explicaciones verbales de su conocimiento lingüístico sobre las relaciones entre «el» y «mi» en la comunicación referencial, sus autocorrecciones dan testimonio de que algo ha cambiado en sus representaciones internas después del período de utilización correcta.

A continuación, me gustaría entrar en mayor detalle en algunos de mis experimentos psicolingüísticos dirigidos a examinar distintos aspectos del modelo RR. Los datos muestran cómo se progresa desde la maestría conductual al posterior cambio representacional y, más adelante, a las teorías conscientemente accesibles sobre cómo funciona el sistema del lenguaje. Comenzaremos con los usos y pensamientos de los niños en torno a la cuestión de qué es una «palabra»; después veremos cómo construyen teorías sobre el funcionamiento de palabras como «un» y «el» dentro de ora-

ciones y, por último, yendo más allá de la oración, entraremos en el terreno del discurso extendido.

De la maestría conductual al conocimiento metalingüístico sobre las palabras

¿Cómo segmentan los niños pequeños la corriente continua del habla para dar con las fronteras formales apropiadas entre palabras? En la entrada sensorial no hay ninguna base física simple que pueda indicar a los niños cómo separar las palabras (Tunmer *et al.*, 1983). Si los niños fueran conductistas estrictos, sin duda este hecho les plantearía un serio problema y sus producciones estarían plagadas de errores de segmentación. Sin embargo, aunque en las etapas más primitivas de la adquisición del lenguaje ocurren algunos errores de segmentación (Peters, 1983), éstos son raros una vez que la morfología y los funtores han aparecido en las producciones del niño. Además, cuando los errores de segmentación llegan a producirse (p. ej., «a nadult», «un léléphant», «una beja»), no persisten. Los niños no aprenden el lenguaje absorbiendo pasivamente las entradas del medio con todos los problemas que le son inherentes, sino que construyen activamente representaciones en las fronteras formales de las palabras basándose en restricciones lingüísticamente relevantes y abstracciones —no copias— de las entradas lingüísticas. En efecto, una vez que los niños han superado el estadio más primitivo de la adquisición del lenguaje y se han puesto a producir sistemáticamente tanto palabras de clase abierta como palabras de clase cerrada en contextos nuevos, no formulistas, no cabe la menor duda de que, en algún nivel, éstas deben estar representadas internamente como *palabras*. Pero, aunque los niños de tres años representan y procesan las fronteras formales entre palabras como tales, explícitamente parecen saber poco, por no decir nada, sobre qué es una palabra.

Hay numerosos estudios¹⁸ que han mostrado cómo hasta aproximadamente los seis años de edad (y, en el caso de algunas tareas, incluso hasta más tarde) los niños no saben explícitamente que tanto las palabras de clase abierta (p. ej., «niño», «silla», «silencio», «correr», «pensar») como las de clase cerrada («el», «un», «a», «en», «cuando», «de») son *palabras*. Si se les pide que cuenten las palabras que hay en una oración, a los niños pequeños se les suele olvidar contar los elementos de clase cerrada. Si les preguntamos directamente si «mesa» es una palabra, dicen que sí; pero, si les preguntamos si «la» es una palabra, dicen que no. Sin embargo, los niños de tres años pueden percibir y producir correctamente palabras como *la*.

El modelo RR postula que las representaciones que los niños de tres años tienen de las fronteras formales entre las palabras se encuentran en el formato de nivel I. En cambio, el conocimiento expresable verbalmente que un niño de seis años tiene de que *la* es una palabra se encuentra, según dicho modelo, en el formato E2/3. ¿Pero qué ocurre entre estas dos edades?

El modelo RR predice que debe existir un nivel de representación intermedio entre los anteriores: entre el nivel de representación que posibilita que el habla se segmente adecuadamente en palabras como *la*, en el cual las fronteras formales entre las palabras se encuentran representadas como parte de los procedimientos ejecutados en directo que conectan entradas y salidas; y el nivel de representación que, trabajando ya en diferido, permite una reflexión metalingüística directa sobre el hecho de que *la* es una palabra. Ese otro nivel intermedio es el formato de representación E1. Consiste en una redesccripción de la información en un formato accesible a ciertas tareas al margen de las relaciones normales entre entradas y salidas, pero aún no accesible a la explicación metalingüística.

Me propuse comprobar esta predicción mediante un experimento (Karmiloff-Smith, Grant, Jones y Cuckle, 1991). En los estudios previos en los que se preguntaba a los niños si X era una palabra o se les pedía que contasen el número de palabras que había en una oración, no se recurría al procesamiento lingüístico normal, sino que se requería una actitud totalmente «en diferido». Esas tareas, por lo tanto, necesitaban un elevado grado de explicitud (representaciones del tipo E2/3). Si queremos captar un nivel intermedio entre el uso totalmente «en directo» [*on-line*] de las representaciones de las palabras y el conocimiento metalingüístico plenamente accesible en tareas «en diferido» [*off-line*], tenemos que dar con un procedimiento que nos permita poner en marcha el procesamiento lingüístico normal de los niños al tiempo que les obligamos a acceder a ese conocimiento en una reflexión parcialmente «en diferido». La siguiente técnica servía precisamente para eso: cogíamos a niños de tres a siete años y les administrábamos parcialmente en directo una serie de tareas con un diseño semejante. La tarea consistía en escuchar una historia que el narrador interrumpía repetidamente en palabras de clase abierta o de clase cerrada. Según la tarea, se pedía al niño que repitiera «la última palabra», «la última oración» o «la última cosa» que el narrador había dicho al detenerse. No se daba ninguna explicación de qué se consideraba una palabra, una oración o una cosa. El diseño de nuestra tarea no evitó la aparición del tipo de errores hallados en investigaciones anteriores, como responder con más de una palabra (p. ej., «en el suelo», en lugar de «suelo»; o «había llegado», en lugar de «llegado»), responder con una sola sílaba («lencio»,

en lugar de «silencio»; «ama», en lugar de «amable»; o «quiera» en lugar de «cualquiera»), o cometer errores de segmentación («csun», en lugar de «un»; «nosado», en lugar de «han osado»).

Esta técnica, parcialmente en directo, implica una actividad normal de procesamiento del lenguaje y provoca una interrupción en la construcción de la representación de la entrada lingüística. Pero, como puede apreciarse, la tarea también tiene un componente metalingüístico en diferido¹⁹. El niño debe saber qué significa el término *palabra* y distinguirla de las instrucciones en que se le pide que repita la última *oración* o la última *cosa*. Para tener acceso a la última palabra y reproducirla, el niño debe atender a su representación de la entrada acústica, decidir qué segmento de ella constituye la última *palabra* y repetirlo.

En otro experimento, comparamos los datos de un grupo de sujetos en la tarea de identificación de palabras en directo con sus respuestas a preguntas, en diferido acerca de qué elementos de clase abierta y clase cerrada eran *palabras*²⁰. En este último caso, lo que hacíamos era pedir a los niños que ayudasen a un osito a averiguar qué era una palabra: leíamos una lista de palabras una por una y les preguntábamos: «¿Qué te parece X? Dile al osito si X es una palabra».

Nuestra hipótesis era que la tarea en diferido requeriría representaciones de nivel E2/3, mientras que la tarea parcialmente en directo requeriría sólo el formato E1. Por consiguiente, hicimos la predicción de que los niños de tres y cuatro años fallarían en ambos tipos de tarea, dado que sus representaciones de las palabras se encuentran aún en el formato de nivel I, codificado de forma procedimental, y que los niños de aproximadamente cinco años pasarían la tarea parcialmente en directo pero se les daría peor la tarea metalingüística totalmente en diferido; por último, predecíamos que los niños de seis o siete años pasarían ambas tareas, porque a esa edad poseen múltiples niveles de representación con respecto al concepto *palabra*.

Nuestras predicciones se confirmaron. Parte de los sujetos más jóvenes no podían hacer bien ninguna de las dos tareas, lo cual parecía indicar que sus representaciones de las fronteras formales de las palabras estaban aún implícitas en el formato del nivel I. Pero nuestros resultados también muestran que ya algunos niños de cuatro años y medio, y casi todos los mayores de cinco años, tratan como *palabras* tanto a las de clase abierta como a las de clase cerrada, y que son capaces de distinguir entre *palabra* y *oración* cuando la tarea tiene un componente en directo que implica el procesamiento normal del lenguaje. En cambio, estos niños lo hacían significativamente peor en la tarea en diferido, que implicaba representaciones E2/3. En esa tarea, aunque los niños aceptaban como *palabras* ejem-

plos de clase abierta, rechazaban varios ejemplos de clase cerrada. Sólo los sujetos de más edad hacían muy bien las dos tareas.

Por consiguiente, puede decirse que, en general, la teoría de nivel E2/3 de los niños mayores ha pasado de rechazar palabras tales como «la» y aceptar otras como «silla» (porque denotan algo del contexto extralingüístico) a considerar que «silla», «la», etc., tienen el mismo estatus de palabras, en virtud del hecho de que forman parte de un sistema cuyos elementos se combinan de manera sistemática. Esta última visión —de carácter intralingüístico— sólo parecía estar disponible a partir de aproximadamente los seis años de edad.

El curso del desarrollo que éste estudio pone de manifiesto es importante. En primer lugar, hacia la edad de tres años, cuando su producción se encuentra ya más o menos desprovista de errores de segmentación, debemos admitir que los niños representan las fronteras formales entre palabras tanto de clase abierta como de clase cerrada. Sin embargo, esas representaciones son inaccesibles para fines que estén al margen de las relaciones normales, entre entradas y salidas. Se encuentran, según el modelo RR, en el formato de nivel I. En segundo lugar, algo ocurre internamente entre las edades de tres y cinco años, de tal modo que hacia los cuatro años y medio los niños pueden acceder al conocimiento que tienen representado y resolver bien la tarea anterior, de naturaleza sólo parcialmente en directo. El modelo RR postula que esto es posible porque las representaciones de nivel I se han redescrito en el formato E1, que sí es accesible. Y, en tercer lugar, algo debe ocurrir de nuevo internamente después de los cinco o seis años para explicar por qué, hacia esa edad, los niños pueden entregarse a la construcción de teorías acerca de qué son las palabras, teorías que resultan más fácilmente accesibles a la conciencia y cuyo conocimiento es utilizado en tareas en diferido. Para ello, sostengo, es necesaria una nueva redescipción en formato E2/3.

El modelo RR postula que este curso del desarrollo sólo puede explicarse si invocamos, no una representación del conocimiento lingüístico a la cual uno o tiene o no tiene acceso, sino varias representaciones del mismo conocimiento, que permiten un grado de accesibilidad cada vez mayor.

De la maestría conductual al conocimiento metalingüístico del sistema de los artículos

De una forma u otra, en todas las lenguas existen determinantes nominales tales como los artículos, pero los contextos en que son obligatorios

difieren marcadamente de una lengua a otra. Por ejemplo, en inglés se marca el contraste entre definido e indefinido («a» [un, una] frente a «the» [el, la]) y se utilizan dos formas superficiales diferentes para expresar el artículo indefinido («a») y el numeral («one»): Aunque en francés y en castellano también se marca el contraste entre definido e indefinido mediante artículos diferentes, en estas lenguas el numeral y el indefinido se expresan con una sola forma («un, une» y «un, una» en masculino y femenino, respectivamente). En ruso, se marca el indefinido («adna»), pero el definido carece de expresión superficial; la referencia definida se realiza utilizando el nombre sin ningún determinante. En sueco, el indefinido se coloca delante del nombre como una palabra distinta («et hus», «una casa»), mientras que el marcador definido se añade como sufijo al nombre («huset», «la casa»). Y así sucesivamente. Los niños tienen que ser sensibles a los marcadores nominales en general y, además, deben aprender cuál es la realización sintáctica concreta del sistema nominal de su propia lengua.

¿Recuerda el lector cómo vimos que los bebés eran sensibles a las distinciones expresadas por los artículos mucho antes de que éstos formasen parte de su propia producción? Una razón para explicar este hecho tiene que ver con los patrones fonológicos y prosódicos del lenguaje. Como vimos con anterioridad en este mismo capítulo, a los cuatro días de edad los niños son ya sensibles a los patrones fonológicos de su lengua materna. Y mucho antes de que produzcan artículos, pueden usar la presencia o ausencia de los mismos para decidir si un sustantivo es un nombre propio (sin artículo; p. ej., «Daco») o un nombre común (p. ej., «un daco»). Gerken (1987) también ha demostrado la existencia de esta sensibilidad tan precoz a los indicios sintácticos²¹. Cogió a niños muy pequeños, que aún no eran capaces de producir artículos, y les hizo imitar oraciones cortas en las que delante de los nombres había artículos o sílabas de relleno, acuñadas para la ocasión, de longitud y acentuación equivalentes. Si los niños estuviesen restringidos simplemente por indicios relativos a la longitud, la fonología o la prosodia, sus imitaciones deberían ser semejantes en ambos tipos de oración. Sin embargo, el resultado fue que omitían sistemáticamente los artículos pero imitaban las sílabas de relleno, lo cual sugiere que, al comprender las oraciones que tenían que imitar, estos niños procesaban los artículos *sintácticamente*, es decir, de modo distinto a las sílabas de relleno, las cuales procesaban probablemente de forma fonológica.

Resulta también que los artículos aparecen bastante pronto en la producción de los niños (Brown, 1973; Karmiloff-Smith, 1979a; Maratsos, 1976; Tanz, 1980; Warden, 1976), a pesar de que al principio parecen ex-

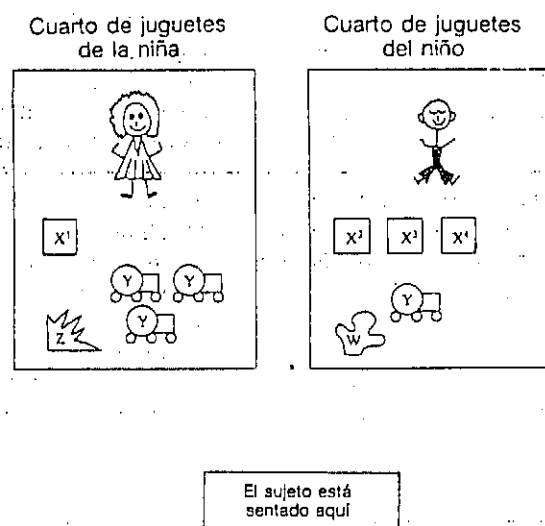


FIGURA 2.1. Discriminación entre el artículo definido e indefinido (De Karmiloff-Smith 1979a; usado con permiso de Cambridge University Press.)

presar mucho menos significado que los nombres y los verbos. ¿Cuál es, entonces, el estatus de estas primeras representaciones de los artículos? Vamos a examinar esta cuestión mediante un experimento dirigido a estudiar concretamente la comprensión que tienen los niños del contraste entre los artículos definidos e indefinidos.

Piense el lector en un escenario experimental muy sencillo, del que me serví hace algunos años: en él hay dos muñecas —un niño y una niña— y sus respectivas habitaciones de juego en las que hay varios objetos. En una situación, la niña tiene tres coches, un libro y una pelota, mientras que el niño tiene un coche, un lapicero y tres pelotas. La diferencia crucial entre las posesiones de ambos muñecos radica en que, en unos ensayos, la niña tiene varios Y mientras que el niño sólo tiene uno, y, en otros, el niño tiene varios X mientras que la niña sólo tiene un X. Tomemos como ejemplo el contexto que se ilustra en la figura 2.1. Si usted me oyese decir «Préstame el coche», inferiría que me dirijo al niño porque es el único muñeco que sólo tiene un coche. Asimismo, si dijese «Préstame un coche», usted inferiría que lo más probable es que me esté dirigiendo a la niña puesto que es ella la que tiene varios coches. En eso consistía la tarea del niño; adivinar a qué interlocutor me dirigía en una serie de ensayos cuyos contextos cambiaban²².

Los niños de tres y cuatro años no tienen ningún problema en resolver esta tarea. Buena parte de las investigaciones sobre el desarrollo se paran cuando el nivel de actuación de los niños ha llegado al máximo. Pero mi estrategia ha sido siempre explorar el desarrollo más allá de la maestría conductual en un intento de poner al descubierto cambios posteriores en las representaciones internas. Hacia los tres años de edad, los niños consiguen, casi en el 100% de las ocasiones, encontrar la correspondencia correcta entre cada uno de los artículos indefinidos y definidos y una de sus funciones delecticas. Es un comienzo muy saludable por lo que al dominio conductual de una de las funciones del artículo se refiere. ¿Pero qué podemos decir sobre lo que los niños «saben» acerca de los artículos definidos e indefinidos? Más en concreto, ¿qué podemos decir sobre las representaciones internas que tienen los niños pequeños de estas formas lingüísticas? Nada sustancial, salvo una mera impresión. Hasta que no adoptemos una perspectiva verdaderamente evolutiva —hasta que no sepamos algo sobre el desarrollo posterior de los niños— no podremos inferir el estatus de esas primeras representaciones en que se basa la eficacia de su comprensión.

Resulta que, más adelante, a la edad de cinco o seis años, los niños hablantes de francés, aunque siguen interpretando correctamente el artículo definido, empiezan a cometer errores con el artículo indefinido. Temporalmente interpretan que «prête-moi une voiture» (sin acento en «une») significa «préstame un [solo] coche», en lugar del indefinido «préstame un coche [cualquiera]». Por consiguiente eligen la muñeca que tiene un solo coche en lugar de la que tiene varios²³. Este error tardío es un importante indicio de cambio representacional. Pone de relieve el hecho de que el niño de cinco años se ha hecho sensible a la función dual del artículo indefinido en francés y no sólo a la distinción entre artículo definido e indefinido. La forma fonológica «une» (o su correspondiente versión masculina, «un») es una palabra homófona que, como hemos mencionado anteriormente, expresa tanto la referencia indefinida («uno cualquiera») como la función numérica («uno solo»).

El modelo RR explica este curso de desarrollo del siguiente modo. Aunque los niños de tres años alcanzan maestría conductual en cada una de estas funciones en contextos separados sin cometer errores, esto se debe a que tienen dos procedimientos almacenados de forma independiente, los cuales producen una misma forma fonológica para la referencia indefinida y para el numeral. La posterior redesccripción representacional de cada uno de estos procedimientos en el formato E1, más explícito, hace posible unir la forma fonológica común que comparten las representaciones de estos dos emparejamientos entre forma y función. Pero, como du-

rante la adquisición del lenguaje existe una restricción bastante fuerte según la cual a cada forma le corresponde una sola función (Slobin, 1985), los niños de cinco años identifican temporalmente en su producción cada significado con una forma diferente. Emiten «une voiture» cuando quieren decir «un coche [cualquiera]», y «une de voiture» cuando quieren decir «un [solo] coche»²⁴. Ahora bien, en la comprensión, como acabamos de ver, empiezan a cometer errores cuando tienen que decidir cuál de las dos funciones (numeral o de referencia indefinida) es la que pretende expresar el interlocutor.

Teniendo en cuenta estos nuevos datos, ¿estamos ya más cerca de poder decir algo sobre las representaciones internas que el niño tiene de los artículos definido e indefinido? Como los errores y correcciones respecto a la función dual del artículo indefinido ocurren después de haber pasado el nivel de maestría conductual, esto sólo puede explicarse por algo que haya ocurrido internamente entre los tres y los cinco años. Según el modelo RR, cuando los niños de tres años son capaces por vez primera de comprender o producir funciones simples de los artículos definido e indefinido (tales como funciones defécticas que apuntan al contexto extralingüístico del momento), lo hacen recurriendo a dos representaciones de nivel I, almacenadas de modo independiente, que establecen una correspondencia entre una forma fonológica y un contexto funcional específico. En otras palabras, estos niños tan pequeños saben interpretar el artículo definido «el» para referirse defécticamente al contexto en que la atención esté centrada en un ejemplar concreto (p. ej., un coche en particular). Y también saben interpretar el artículo indefinido «un» para referirse al contexto en que el hablante se refiere a cualquier representante de un conjunto de elementos similares; o usar una forma idéntica en francés para referirse al numeral. Lo que el niño de tres años no «sabe» es que hay una relación funcional entre estos procedimientos que funcionan tan eficazmente: que los artículos forman parte de un mismo subsistema lingüístico. En otras palabras, el modelo RR sostiene que en las representaciones internas de los niños de esa edad no hay lugar para indicaciones explícitas sobre los vínculos funcionales que los artículos tienen en común. Si estas relaciones estuviesen representadas de forma explícita, entonces esos errores y correcciones específicas deberían producirse en cualquier momento del desarrollo, no sólo después de haber logrado la maestría conductual. Esto indica que el conocimiento contenido en las representaciones de los niños pequeños, de funcionamiento tan eficaz pero almacenadas de modo independiente, no se encuentra aún codificado en el formato E1, y que los vínculos entre las representaciones procedimentales de las distintas funciones están todavía tan sólo implícitos en las representaciones de nivel I.

¿Qué es, entonces, lo que sucede después de la maestría conductual? El modelo RR postula que, una vez alcanzada la maestría conductual (es decir, cuando parte del sistema funciona de forma eficaz y se ha logrado un patrón de estabilidad interna), las representaciones de nivel I experimentan un proceso de redescipción. Las representaciones originales de nivel I permanecen intactas y pueden invocarse aún para ciertos fines, pero ahora el conocimiento redescrito que contenían también se encuentra disponible como datos internos explícitos, codificados en el formato E1. Así, las representaciones internas del niño de habla francesa ahora marcan explícitamente la relación que existe entre las formas idénticas; es decir, el hecho de que, por ejemplo, la forma fonológica «un», vinculada a la función de referencia no específica, es igual que la forma fonológica «un», vinculada a la función numérica. De este modo, los niños empiezan a representar internamente los determinantes como parte de un subsistema lingüístico, en lugar de como emparejamientos forma-función almacenados por separado. Es este vínculo representacional recién formado el que explica la repentina aparición en niños de cinco años de errores de interpretación del artículo indefinido, errores inexistentes en los niños de tres y cuatro años porque, al almacenar por separado sus representaciones, no se representan explícitamente el vínculo que existe entre las diferentes funciones de los artículos. En el niño de tres años (y tengo la hipótesis de que también en ciertos niños capaces de hablar con fluidez, pero que, por lo demás, sufren un grave retraso mental), este vínculo representacional es tan sólo potencial o implícito, en el sentido de que las representaciones procedimentales independientes contienen información análoga sólo desde el punto de vista del observador externo. Sólo a la edad de cinco años, tras haber alcanzado maestría conductual en esta parte del sistema lingüístico, llega a almacenarse explícitamente la relación que existe entre esas representaciones.

Almacenar representaciones en el formato E1 no significa que ese conocimiento pueda ser objeto de acceso consciente o expresión verbal. El niño tiene aún un camino que recorrer antes de poder acceder conscientemente a ese conocimiento lingüístico para expresarlo verbalmente. En el caso de los artículos, esto suele ocurrir hacia la edad de siete u ocho años. Para hacernos una idea de cómo pasan los niños del conocimiento representado explícitamente al conocimiento metalingüístico susceptible de hacerse consciente y expresarse verbalmente, vamos a echar un vistazo a algunos datos más. Para simplificar las cosas, vamos a seguir con la categoría lingüística de los determinantes nominales («un», «el», «mi», «algún», etc.).

36

¿Qué sucede si pedimos a un niño que dé una explicación verbal en

lugar de limitarse a interpretar y usar las restricciones que operan sobre los artículos? Volvamos a la sencilla situación experimental del niño y la niña en sus respectivas habitaciones, ilustrada en la figura 2.1. El niño ha acertado a qué muñeca se dirigía el experimentador dependiendo de si éste empleaba un artículo definido o indefinido. ¿Cómo explican los niños sus respuestas correctas cuando las preguntas que les hacemos implican que accedan al conocimiento representado en el nivel E2/3?

Pues bien, los sujetos más jóvenes, aunque deben de haber usado el contraste entre los artículos para dar la respuesta correcta, explican ésta por su conocimiento del mundo real, diciendo algo parecido a «Debes de haberle hablado al niño, porque a los niños les gustan los coches» (con independencia del hecho de que la muñeca tenga más coches que el muñeco). Más adelante en su desarrollo, los niños explican sus respuestas correctas refiriéndose a características contextuales; por ejemplo: «Hablabas al niño, porque tiene un coche». Sólo en un momento verdaderamente avanzado del desarrollo, hacia los ocho o nueve años de edad, los niños hacen referencia explícita al indicio lingüístico que, en realidad, todos los niños deben haber usado para dar la respuesta correcta: «Debes de estar hablando al niño, porque has dicho "préstame el (acentuado)coche"». Hacia los diez años de edad, los niños proporcionan incluso información sobre el subsistema lingüístico del que proviene el indicio referencial, como en la siguiente explicación: «Tiene que ser el niño, porque has dicho "el"; si te hubieras dirigido a la niña, tendrías que haber dicho "préstame un coche" o, tal vez, "uno de tus coches"».

Hay que reiterar una vez más que todos los niños que respondían correctamente usaban los indicios lingüísticos. Por consiguiente, éstos deben estar representados internamente, pero sólo en el formato I o E1. Pasan varios años hasta que los niños son capaces de acceder conscientemente a sus representaciones de ese conocimiento lingüístico y expresarlo verbalmente. Mi tesis es que, entonces, sus representaciones de esa categoría lingüística se encuentran también en el formato E2/3.

En la bibliografía sobre desarrollo, suele asumirse que, cuando los niños no son capaces de expresar algún aspecto de su cognición, es que ese conocimiento, de alguna manera, está ausente (es decir, no está representado). El modelo RR postula algo distinto: que el conocimiento está representado internamente, pero se encuentra aún en el formato I o E1, ninguno de los cuales es accesible a la expresión verbal. El estado final consiste en que la información se encuentra representada en distintos niveles de explicitud, lo cual permite que se recurra a diferentes niveles en función de la meta de que se trate: desde el nivel I (para realizar rápidas

computaciones entre entradas y salidas) hasta el nivel E2/3 (para tareas metalingüísticas explícitas).

No debo dejar de mencionar que a los tres años los niños no han alcanzado el nivel de maestría conductual en todas las funciones de los artículos. En lo que respecta a muchas otras funciones (entre ellas, la función anafórica del artículo definido, como cuando en una narración decimos «el hombre» después de haber presentado a «un hombre»), la maestría conductual se alcanzó en un período del desarrollo bastante posterior²⁵. Esas funciones también recorren posteriormente estos tres pasos, pero a edades distintas: maestría conductual, redesccripción representacional y teoría verbalmente expresable sobre cómo funciona esa parte del sistema lingüístico.

Es evidente que el desarrollo supone bastante más que la sensibilidad inicial del bebé a la presencia o ausencia de artículos o el uso fluido que de ellos hace el niño de tres años. Para que el niño pueda convertirse en un pequeño lingüista potencial, sus representaciones tienen que pasar por múltiples niveles de redesccripción.

Más allá de la palabra y de la oración

¿Es esto todo? ¿Es ésta toda la historia de la adquisición del lenguaje: el niño parte con sesgos atencionales y mecanismos de abstracción de datos innatamente especificados, logra maestría conductual, atraviesa, a continuación, varios niveles de redesccripción representacional y, finalmente, llega a ser capaz de formular teorías verbalmente comunicables sobre cómo funciona el sistema? ¿Sigue todo el conocimiento lingüístico esta ruta? Evidentemente, no.

Entre las muchas cosas que se tienen que desarrollar en el lenguaje posterior del niño está el paso de las funciones oracionales de distintos marcadores lingüísticos a sus funciones discursivas. Un estudio sobre cómo producen los niños fragmentos de discurso narrativo ha puesto de manifiesto que, inicialmente, los niños se limitan a yuxtaponer en una secuencia oraciones correctas, haciendo un uso mínimo de las restricciones discursivas (Karmiloff-Smith, 1980, 1985). Sin embargo, al desarrollarse, los niños estructuran sus narraciones como una unidad en lugar de como una mera yuxtaposición de oraciones, adhiriéndose a lo que he denominado «restricción del sujeto temático» (ejemplos de la cual pueden verse más abajo).

Las correcciones espontáneas de los sujetos resultan de gran valor informativo sobre el desarrollo de la capacidad de organizar el discurso y

adherirse a la restricción del sujeto temático. A continuación vienen algunos ejemplos típicos de correcciones extraídos de los datos de una tarea en que los niños generaban historias a partir de una secuencia de dibujos. (En estos ejemplos es importante fijarse en que el pronombre corregido a sintagma nominal no es ambiguo respecto a su referente, dado que la historia sólo tiene un protagonista femenino.)

Hay un niño y una niña. Él intenta pescar, y para cogerle su cubo él pega a la niña y ella emp... El pega a la niña, que empieza a llorar.
Este niño y esta niña han salido a jugar. Él va a pescar algún pez; pero ella... pero la niña no le deja su cubo. Así que él se lo quita y la niña se pone muy, muy triste.

Éstos y muchos otros ejemplos indican que, hacia la edad de seis o siete años, los niños actúan bajo la «restricción del sujeto temático», restricción discursiva que estipula que la pronominalización en posición de sujeto debe reservarse al sujeto temático de todo el discurso (en este caso, el niño). En cambio, a los personajes secundarios suele hacerse referencia con sintagmas nominales completos (o nombres propios o pronombres enfatizados), a pesar del hecho de que el diferente sexo de los protagonistas evita cualquier ambigüedad potencial en la referencia pronominal. Como hemos visto, el pronombre se corrige aunque esté perfectamente claro que «ella» se refiere a la niña; la niña es el único referente femenino en la secuencia de imágenes. Otras investigaciones han mostrado que hay restricciones similares que gobiernan la producción discursiva tanto de los adultos como de los niños (Reichmann, 1978; Tyler, 1981, 1983; Tyler y Marslen-Wilson, 1978, 1981).

Hemos visto en este capítulo que, muchas veces, los niños mayores poseen representaciones de nivel E2/3 que les permiten explicar metalingüísticamente distintos aspectos de la manera en que el lenguaje funciona en el nivel de las oraciones. ¿Poseen los niños (o los adultos) conocimiento metalingüístico de las restricciones discursivas que operan sobre los mismos marcadores? O, dicho de otro modo, ¿vamos a presenciar de nuevo la sucesión de maestría conductual, seguida de redescrípción representacional y, por último, acceso consciente?

Algunas investigaciones recientes indican que ni los niños ni los adultos son capaces de dar explicaciones metalingüísticas de las restricciones discursivas (Karmiloff-Smith *et al.*, 1993). No pueden explicar por qué los hablantes usan pronombres o sintagmas nominales completos en determinados contextos discursivos. Incluso de adultos, es evidente que no tenemos acceso a todos los aspectos del sistema lingüístico que utilizamos. Ciertos aspectos del lenguaje hablado son inaccesibles a la reflexión meta-

lingüística, mientras que otros, como vimos anteriormente en este capítulo, sí pueden ser objeto de teorías construidas espontáneamente y de acceso consciente. Las reglas que rigen las restricciones del discurso no parecen alcanzar el formato E2/3, y una cuestión sin resolver es si se llegan a redescríbir en el formato E1. Parece que, en este caso, actúan dos hechos lingüísticos relacionados entre sí. En primer lugar, hay una diferencia entre la función local de los marcadores lingüísticos en el seno de una oración y su función más global en el discurso. Tomemos, por ejemplo, el caso del pronombre «ella». En el nivel local u oracional, «ella» nos informa sobre rasgos tales como femenino, singular y pro-form; es decir, que el referente es femenino, está solo y o bien se encuentra en el espacio deíctico presente, se acaba de hacer referencia lingüística a él o puede darse por supuesto por el conocimiento compartido de los interlocutores. Los niños y los adultos tienen acceso metalingüístico a estos rasgos, lo cual implica, según el modelo RR, que deben estar representados en el formato E2/3. Pero en un fragmento extenso de discurso en el que haya más de un referente, el pronombre «ella» también proporciona otra información aparte de la anterior. Codifica el papel de un referente (p. ej., el protagonista principal) en relación con los demás en la estructura total de la historia. En otras palabras, refleja el modelo mental que tiene el hablante de todo ese fragmento de discurso. Cuando ocupa la posición de sujeto, normalmente se puede considerar que, por defecto, el pronombre se refiere al protagonista principal. La referencia a un protagonista secundario suele marcarse lingüísticamente utilizando un sintagma nominal completo, un nombre propio o un pronombre enfatizado en posición de sujeto. Cuando un discurso se desarrolla rápidamente en tiempo real, hay una compleja interacción entre los pronombres y la anáfora nula marcados diferencialmente. Es a esta función discursiva de los pronombres y los sintagmas nominales a la que ni los niños ni los adultos tienen acceso metalingüístico. La única manera en que el lingüista puede acceder a las restricciones que gobiernan la dinámica de las funciones discursivas es congelando el mensaje, que en un texto hablado en directo se desvanece rápidamente, en el formato estático de un texto escrito que deja trazos en un formato representacional distinto (Karmiloff-Smith, 1985).

El modelo RR se concentra en el desarrollo del conocimiento fuera de las relaciones normales entre entradas y salidas. Pero las restricciones del discurso sólo actúan en directo. La función o significado discursivo del uso concreto que se hace de un pronombre para marcar el sujeto temático sólo es pertinente mientras el discurso se emite. Dicho de otro modo, las restricciones del discurso sólo se aplican a computaciones rápidas del sistema de salida ejecutadas en directo. Las decisiones relativas al uso de un

pronombre o un sintagma nominal completo en un punto *determinado* de un fragmento *determinado* de discurso no se almacenan en la memoria a largo plazo. Por eso, es probable que esas computaciones ejecutadas en directo raramente, por no decir nunca, se redesciban y, por consiguiente, no pueden ser objeto de reflexión metalingüística.

Del bebé innatista al lingüista constructivista

Este capítulo había empezado comparando las perspectivas de dominio específico con las perspectivas de dominio general sobre la adquisición del lenguaje. El grueso de la investigación con recién nacidos y bebés muy pequeños parece indicar que la solución de dominio específico es, probablemente, la correcta. Los bebés humanos prefieren atender al lenguaje antes que a otras estimulaciones auditivas, sólo necesitan unos pocos días de experiencia para distinguir ciertas características de su lengua materna de las de otras lenguas y son sensibles muy precozmente a muchos rasgos abstractos y dependientes de la estructura propios del lenguaje. Algunos niños aquejados de grave retraso cognitivo adquieren el lenguaje más tarde pero con facilidad, mientras que, a pesar de sus ricas capacidades de representación, al más inteligente de los chimpancés se le puede enseñar, como mucho y tras un entrenamiento increíblemente extenso, a hacer secuencias de elementos léxicos codificados manualmente (Gardner y Gardner, 1969) o una forma sencilla de lógica parecida al lenguaje (Premack, 1986). Esto implica el establecimiento de correspondencias entre conceptos y símbolos arbitrarios individuales, probablemente usando mecanismos de dominio general. Pero esto no es lenguaje (Premack, 1986; Seidenberg, 1985). Esos símbolos no son signos integrados en un sistema estructurado. Por larga que sea, una lista de elementos léxicos no equivale a la capacidad de nombrar y guarda muy poca o ninguna relación con la competencia lingüística incluso de niños de dos o tres años.

Buena parte de las investigaciones recientes sobre los bebés parece moverse en dirección a la tesis chomskyana de que en los seres humanos la estructura abstracta del lenguaje se encuentra innatamente especificada en detalle. Es evidente que hay que apelar a la existencia de *algunos* sesgos atencionales y predisposiciones lingüísticas innatamente especificadas. Puede incluso que los principios innatos en que se apoya el lenguaje sean más detallados que los de otros dominios, tales como el número. No obstante, es mejor que no cerremos la posibilidad de que haya un proceso epigenético que cree gradualmente la especificidad de dominio del lenguaje. Cualquiera que sea el nivel de detalle de la especificación lingüís-

tica innata, tiene que haber *algunas* predisposiciones para el lenguaje; por eso es por lo que otras especies no pueden aprender un sistema lingüístico estructurado. Pero la especificación innata no explica por sí sola la adquisición del lenguaje. Hemos visto que el establecimiento de correspondencias entre las predisposiciones innatas y la entrada que proporciona la lengua materna del niño requiere complejos procesos de facilitación semántica y sintáctica. Y en el desarrollo normal esto no deja de ser más que una parte de la historia. Para comprender cómo nuestras representaciones lingüísticas llegan a ser flexibles y manipulables (es decir, abiertas a la reflexión metalingüística); tenemos que apelar a distintos niveles de redescipción representacional, más allá de los procesos de facilitación semántica y sintáctica que conducen a la maestría conductual en el ámbito del lenguaje. Esto, en mi opinión, es también algo que distingue a las capacidades humanas de las de otras especies. Así, aunque el chimpancé poseyese una base lingüística innatamente especificada, yo diría que no podría avanzar tanto como un niño humano normal. Nunca se preguntaría por qué «typewriter» no se usa para referirse a una persona. Se limitaría a repetir las etiquetas lingüísticas que se le proporcionasen. Los niños, en cambio, no se limitan a alcanzar un nivel eficaz de uso del lenguaje, sino que además desarrollan posteriormente representaciones explícitas que les permiten reflexionar sobre los componentes de las palabras y construir progresivamente teorías lingüísticas. Finalmente, aunque esto es válido para algunos aspectos del lenguaje, no puede hacerse extensivo a todos: hay facetas de la coherencia sintáctica y discursiva que nunca llegan a ser objeto de expresión metalingüística, ni siquiera en los adultos.

nudo lo está y que, cuando se inicia de manera exógena, no deja de implicar un cambio *interno* posterior. De hecho, los experimentos sobre dibujo en los que se ha conseguido inducir algún cambio de manera exógena (Cox, 1985; Davis, 1985; Freeman, 1985; Pemberton y Nelson, 1987; Phillips *et al.*, 1985) han puesto de manifiesto que sólo se da una modesta (si es que hay alguna) generalización de los resultados del aprendizaje del dibujo. Pemberton y Nelson (1987) enseñaron a unos niños pequeños varias habilidades para dibujar un hombre y encontraron sólo «una modesta evidencia de que se había transferido alguna generalización de las nuevas habilidades de dibujo cuando se dibujaba una casa». De igual modo, un entrenamiento en la habilidad de dibujar un cubo, que había sido un éxito, no se transfería al dibujo de una pirámide, o viceversa (Phillips *et al.*, 1985). Cox (1985) consiguió entrenar a unos niños para que cambiasen del nivel de las representaciones centradas en el objeto al de las representaciones centradas en el observador, pero, como ella misma señala, «los procedimientos de entrenamiento crean simplemente una entrada nueva en el repertorio del que disponen los niños, para producir salidas gráficas específicas, dadas unas entradas de apoyo específicas». Como sostiene Freeman, cuando se usa un entrenamiento exógeno, los niños no infieren una solución general para un problema de proyección; simplemente se limitan a construir una descripción estructural independiente. En términos del modelo RR, simplemente añaden una nueva representación independientemente almacenada, que tendrá que producir una redesccripción y explicitación representacional (un proceso provocado de manera endógena), antes de que pueda convertirse en una estructura de datos disponible para la generalización y usos más flexibles.

Al destacar la importancia de los procesos inducidos por causas endógenas en el cambio evolutivo, no deberíamos perder de vista el papel que tiene el ambiente. Una razón por la que hago tanto hincapié en los factores internos es que muchos investigadores del desarrollo emplean modelos de cambio cuyo motor es el fracaso o la comisión de errores. En estos modelos, todo cambio es generado por el ambiente externo. El modelo RR propone una perspectiva endógena del cambio, cuyo motor es el éxito y que se genera mediante la estabilidad y la reorganización representacional. Pero vuelvo a repetir que los factores endógenos no son los únicos responsables del cambio. La integración del innatismo y el constructivismo que he defendido a lo largo de todo el libro requiere que *tanto* las predisposiciones innatas como las influencias del ambiente sobre el desarrollo cerebral del recién nacido y el niño mayor se consideren factores fundamentales.

Capítulo 7

INNATISMO, ESPECIFICIDAD DE DOMINIO Y CONSTRUCTIVISMO PIAGETIANO

Apelar a influencias innatas no implica en modo alguno un compromiso con la inmutabilidad. (Marler, 1991.)

A lo largo de los capítulos anteriores, dedicados al niño como lingüista, físico, matemático, psicólogo y grafista, han surgido reiteradamente varios temas que sugieren que el constructivismo de Piaget no es necesariamente incompatible con la existencia de predisposiciones innatas o con la especificidad de dominio del desarrollo. Todos estos temas entrañan restricciones sobre la manera en que funciona la mente en calidad de sistema que se organiza y se redescrive a sí mismo, desde la infancia y a lo largo del desarrollo.

Cuando concebí originalmente el modelo RR, no tenía ningún compromiso, ni en un sentido ni en otro, en relación con la arquitectura inicial de la mente del bebé. El modelo se concentraba en el proceso de redesccripción representacional en niños mayores. Como modelo de cambio representacional, no sufriría ningún cambio aunque el desarrollo resultase estar libre de predisposiciones innatas o restricciones de dominio específico. Sin embargo, con el torrente de investigaciones sobre la primera infancia que se ha producido desde entonces, parecía importante que en este libro tomásemos postura en relación con este periodo. Además, cuanto más se sabe sobre el conocimiento de los bebés, más parece pasar al primer plano la cuestión del *estatus representacional del conocimiento del bebé*. A lo largo de los capítulos anteriores he defendido la idea de que, cuando se adquiere por vez primera, el conocimiento se almacena en el formato de nivel I (es decir, implícitamente), y que un aspecto crucial del desarrollo consiste en la redesccripción de ese conocimiento para pasarlo a diferentes niveles en formatos explícitamente accesibles.

El hecho de tomar postura respecto a la primera infancia ha tenido también otras consecuencias. Ha servido para subrayar la existencia de

restricciones de dominio específico sobre el desarrollo. Quiero también volver a referirme a la distinción que he establecido en el libro entre «dominio» y «módulo». Desde el punto de vista de la mente del niño, un «dominio» es el conjunto de representaciones que sostiene un área específica de conocimiento (el lenguaje, el número, la física, etc.) así como los distintos microdominios englobados en ellas. Un «módulo» es una unidad de procesamiento de información que encapsula ese conocimiento y las computaciones que se realizan con él. Considerar que el conocimiento es de dominio específico no implica necesariamente que también sea modular, ya que el almacenamiento y el procesamiento de la información puede ser de dominio específico sin estar encapsulado, preestablecido [*hardwired*], tener una arquitectura nerviosa fija, ser obligatorio, etc. Probablemente Fodor tiene razón al decir que hay módulos perceptivos, en el sentido estricto que él da al término. Pero yo he defendido la idea de que, en la medida en que la mente sea modular, lo será como consecuencia de un proceso gradual de modularización, y que buena parte del desarrollo cognitivo es de dominio específico sin ser estrictamente modular.

Por último, la integración de la primera infancia en el modelo RR ha resultado crucial en relación con el marco de referencia epistemológico más general en el que se ha planteado la discusión de este libro, es decir, el intento de reconciliar algunos aspectos del innatismo y el constructivismo de Piaget. Unas veces, quedaba claro que el punto de vista de Piaget requería el añadido de predisposiciones innatas de dominio específico; otras, el enfoque epigenético y constructivista de Piaget resultaba un complemento vital del marco innatista.

La especificidad de dominios y la teoría piagetiana

Como hemos visto a lo largo del libro, la teoría de Piaget postula la existencia de un número mínimo de procesos de dominio general en el recién nacido, sin ninguna predisposición de dominio específico. Según esta teoría, además, hay un prolongado período durante el cual sólo hay representaciones de estatus sensoriomotor. En cambio, en este libro hemos visto cómo el recién nacido y el bebé de pocos meses ya poseen o adquieren muy rápidamente principios de dominio específico que restringen la manera en que procesan distintas clases de entradas sensoriales. La existencia de sesgos atencionales de dominio específico significa que el bebé sólo procesa determinadas entradas de información, pero esto implica más que simplemente atender a los datos relevantes; significa que, antes de que haya habido una cantidad significativa de aprendizaje, puede producirse la selección, aten-

ción y almacenamiento coherente y de dominio específico de distintas entradas de información (Feldman y Gelman, 1987). Por consiguiente, puede decirse que, hasta cierto punto, la mente del bebé anticipa las representaciones que va a necesitar almacenar más adelante para su desarrollo posterior en dominios específicos. El bebé no se enfrenta a entradas de información caóticas y totalmente indiferenciadas como sostendría Piaget. Es posible que las investigaciones futuras nos lleven a reinterpretar los datos actuales sobre los bebés, pero estoy convencida de que seguiremos teniendo que apelar a la existencia de *algunas* predisposiciones de dominio específico innatamente guiadas que restrinjan la arquitectura de la mente infantil.

Apelar a la existencia de restricciones de dominio específico en el desarrollo no supone negar la existencia de algunos mecanismos de dominio general. Las tareas que hemos explorado en cada capítulo dejan claro que los niños pueden recurrir a procesos de inferencia complejos. El trabajo analizado en varios capítulos indica que los bebés van mucho más allá de las codificaciones sensoriomotrices y hacen uso de procesos de dominio general, tales como la redesccripción representacional, para codificar la información sensoriomotriz en formatos accesibles. Por consiguiente, los procesos de dominio general que sostienen la inferencia y la redesccripción representacional operan a lo largo de todo el desarrollo y es probable que estén innatamente especificados. Pero apelar a *procesos* generales que serían iguales en dominios distintos no es lo mismo que invocar la existencia de *estadios de cambio* de dominio general.

La *función* y el *proceso* de redesccripción representacional son, según mi hipótesis, de dominio general, puesto que un proceso equivalente opera de la misma forma en diferentes dominios y microdominios; pero la redesccripción representacional se produce de forma reiterada en distintos momentos del desarrollo. Aunque el proceso sea de dominio general, la estructura de los cambios sobre los que opera está restringida de modo específico. En otras palabras, la redesccripción representacional es un proceso que está influido por la forma y el nivel de explicitud de las representaciones que sostienen un microdominio particular en un momento dado, y no implica un cambio estructural generalizado a la Piaget.

Sin embargo, no deja de asaltarme la sensación de que también podría haber *algunos* cambios que fuesen de dominio general. Uno de esos cambios es el que parece producirse hacia los 18 meses de edad y que aparentemente afecta a varios dominios simultáneamente, sobre todo en lo que se refiere a la posibilidad de tener en mente dos representaciones al mismo tiempo y representar acontecimientos hipotéticos en general (Meltzoff, 1990; Perner, 1991), en lugar de computaciones relacionadas con la teoría de la mente en particular (Leslie, 1987). Los 18 meses son la misma edad a

la que, también según Piaget, se producía un cambio en la estructura representacional que permitía la aparición del juego de ficción, el lenguaje, las imágenes mentales, etc. Lo más probable es que la manera exacta en que Piaget explicaba cómo se producía ese cambio —como culminación de un período puramente sensoriomotor— sea errónea, pero la convicción de que a los 18 meses ocurre algo fundamental podría estar bien fundada.

La otra edad a la que podría producirse un cambio transversal de dominio general son los cuatro años. Esta edad no corresponde a ningún cambio de estadio en la teoría piagetiana, pero ha resultado ser un momento en el que parecen producirse cambios fundamentales que afectan a varios dominios distintos. Es más, esta edad también parece marcar más o menos el momento en que el niño humano empieza a diferir radicalmente del chimpancé. En palabras de Premack (1991, p. 164): «Una buena regla práctica es la siguiente: si el niño de tres años y medio no puede hacerlo, el chimpancé tampoco puede».

Probablemente, la explicación que da Piaget de estos cambios recurriendo a una modificación generalizada de la estructura lógica sea errónea. En mi opinión, la suposición más plausible en relación con cualquier cambio generalizado en el desarrollo y las diferencias entre especies es que deben de estar relacionadas con tipos específicos de desarrollo cerebral. Así, si resultase que, en efecto, hay cambios transversales o de dominio general, podríamos usarlos para diagnosticar la aparición de cambios fundamentales en el cerebro. Esta última es, por supuesto, una cuestión que aún está por resolver, pero puede que el nuevo y floreciente campo de la neurociencia cognitiva del desarrollo no tarde mucho en darnos respuestas pertinentes. Sin embargo, aunque hubiese algunos cambios generalizados, es importante recordar que sus efectos se manifestarían de modo distinto en cada dominio, puesto que tendrían que interactuar con restricciones de dominio específico. En última instancia el desarrollo no va a resultar o un proceso de dominio específico o un proceso de dominio general; es evidente que el desarrollo consiste en la interacción de *ambos*, y que es mucho más de dominio general de lo que suponen la mayoría de los enfoques innatistas/modularistas del desarrollo, pero también mucho más de dominio específico de lo que contempla la teoría piagetiana.

Especificidad de dominio y desarrollo anormal

A lo largo del libro, he aludido en distintos momentos al desarrollo anormal. Por desgracia, la naturaleza ofrece muchas veces al científico sus propios experimentos, en los que distintas capacidades pueden aparecer

intactas o dañadas. Estos casos no sólo merecen ser objeto de estudio por sí mismos, sino que además pueden ayudarnos a comprender mejor el desarrollo normal y el problema de la especificidad de dominios.

En el capítulo 5 mencionaba el hecho de que los niños autistas parecen tener un desarrollo relativamente normal en toda una serie de dominios y, sin embargo, presentan serias deficiencias en su teoría de la mente. Incluso sujetos autistas que tienen un CI relativamente elevado son incapaces de hacer tareas de creencia falsa que a los niños normales de cuatro y cinco años y a niños con síndrome de Down, cuyo CI es mucho más bajo, les resultan sencillas. No está claro si el déficit de los autistas es informativo (es decir, no son capaces de construir representaciones de los estados mentales de los demás) o se debe a una limitación de recursos (la incapacidad de tener en mente una representación del estado del mundo y marcarla cronológicamente, de manera que más adelante puedan hacerse las inferencias necesarias acerca del estado mental previo de otra persona y el estado del mundo en ese momento)¹. Si el déficit autista fuese representacional, sería un indicio de especificidad de dominio; si fuese computacional, el que sea o no de dominio específico dependería de que demostrásemos que las computaciones dañadas en la teoría de la mente (mantenimiento de representaciones en la memoria, marcaje cronológico y comparación de diferentes representaciones, etc.) están de hecho presentes en todos los demás dominios de conocimiento del individuo autista².

Otro síndrome que puede ayudarnos a indagar en el problema de la especificidad de dominios es el síndrome de Williams (SW), cuyo perfil cognitivo es distinto del supuesto déficit único de la persona autista. Muchos sujetos aquejados de este síndrome tienen uno o dos dominios relativamente intactos (por ejemplo, el lenguaje y el reconocimiento de caras [Bellugi *et al.*, 1988; Udwin y Yule, 1991]), mientras que la mayor parte de sus capacidades cognitivas (el número, la resolución de problemas, la planificación, etc.) está gravemente dañada. Para empezar, aunque los niños y los adultos con SW suelen ser extremadamente buenos en tareas de reconocimiento de caras, son muy deficientes en otras tareas espaciales, lo cual sugiere que el reconocimiento de caras es una capacidad de dominio específico y no simplemente una parte más de las habilidades visoespaciales generales. El que este razonamiento pueda hacerse extensivo a las personas normales depende, por supuesto, de si los procesos de modularización del reconocimiento de caras en sujetos con SW son los mismos que en las personas normales.

Los individuos que sufren el síndrome de Williams son a menudo sorprendentemente buenos en la producción y la comprensión del lenguaje. Y, a pesar de que su CI suele estar en torno a 50, dan muestra incluso de

poseer algo de conciencia metalingüística (Karmiloff-Smith, 1990c). Dos sujetos con SW no sólo fueron capaces de realizar a la perfección las sencillas tareas metalingüísticas parcialmente «en directo» expuestas en el capítulo 2, sino que además mostraron niveles de éxito bastante elevados en tareas metalingüísticas «en diferido». La presencia de estas capacidades metalingüísticas contrasta vivamente con su paupérrimo rendimiento en otras tareas sencillas que requieren habilidades numéricas y visoespaciales. La existencia de metaconocimiento es extremadamente rara en niños retrasados. Su existencia en individuos con SW indica que puede que algunas formas de metaconocimiento no sean de dominio tan general como se supone normalmente.

La especificidad de dominio del lenguaje o del reconocimiento de caras se ve también apoyada por las investigaciones realizadas con distintos grupos de adultos normales que han sufrido alguna lesión cerebral. Por ejemplo, los afásicos sufren graves trastornos en distintos aspectos del lenguaje, pero suelen ser capaces de realizar normalmente otras tareas cognitivas (Shallice, 1988; Tyler, 1992). Las personas aquejadas de prosopagnosia tienen graves problemas para reconocer caras (ya sean caras en general o, lo más frecuente, rostros de individuos concretos), pero no parecen tener dificultad alguna para reconocer información espacial de otro tipo (Bornstein, 1963; Farah, 1990):

Junto con los ejemplos de desarrollo anormal, los que acabamos de mencionar relativos a la neuropsicología de personas adultas apoyan la idea de que el lenguaje y el reconocimiento de caras son capacidades de dominio específico. Sin embargo, no conozco ningún caso de lesión cerebral en adultos en que se haya detectado un déficit que afecte al conjunto de computaciones relacionadas con la teoría de la mente. Sin embargo, hay casos de pacientes con lesiones en el hemisferio derecho cuya fluidez sintáctica y semántica coexiste con una peculiar ausencia de pragmática (Gardner, 1985). Estos pacientes parecen incapaces de tener en cuenta cuál es el estatus o el conocimiento previo de sus interlocutores; por ejemplo, muestran una actitud excesivamente familiar hacia perfectos desconocidos. Sería especialmente interesante comprobar la hipótesis de la especificidad de dominio de la teoría de la mente con estos pacientes. Usando las tareas de teoría de la mente desarrolladas por Perner y sus colegas (discutidas en el capítulo 5), sería posible determinar si el déficit pragmático de los pacientes está también acompañado de la imposibilidad de comprender las creencias falsas de los demás. Este resultado apoyaría la idea de que la teoría de la mente es una capacidad de dominio específico.

Aunque en la bibliografía sobre el autismo hay indicios bastante convincentes de que las computaciones relacionadas con la teoría de la mente

son de dominio específico, todavía no se ha descartado que haya una aportación sustancial por parte de procesos de dominio general. A favor de esta última posibilidad está el hecho de que los niños con síndrome de Down o síndrome de Williams, que pasan las mismas tareas de teoría de la mente que los niños normales de cuatro años, fallan, sin embargo, en tareas de teoría de la mente más complicadas que requieren la inteligencia de un niño normal de entre siete y nueve años. En cambio, en el dominio del lenguaje, los sujetos con SW pueden usar una sintaxis compleja que no aparece en el habla normal antes de los siete-nueve años. Por consiguiente, puede que la teoría de la mente requiera más una aportación de procesos de dominio general que del lenguaje.

Una forma de desarrollo anormal en la que sí parecen darse déficits de dominio general es el síndrome de Down. Para explorar más esta idea, Julia Grant y yo realizamos un estudio en profundidad de un caso de síndrome de Down. M. G. era un muchacho de nueve años al que pasamos reiteradamente una larga serie de tareas como las que he mencionado en los distintos capítulos de este libro. Un resultado sorprendente fue la falta de coherencia de sus resultados: en la mayoría de los microdominios, M. G. no parecía alcanzar nunca un nivel sistemático de maestría conductual. Por ejemplo, en una sesión efectuaba el dibujo de una casa que parecía hecho por un niño de seis años; y, una semana después, sus dibujos parecían más bien los de un niño de dos años; y así sucesiva e incoherentemente a lo largo de las sesiones de prueba. Además, aunque M. G. aprendió rápidamente a equilibrar los bloques tanto de peso simétrico como asimétrico de la tarea que vimos en el capítulo 3, y mostraba un inmenso placer al conseguirlo en cada sesión de prueba, parecía que cada vez tenía que volver a aprender la tarea de nuevo. En ningún momento presenciamos signo alguno de que en su conducta empezase a surgir aunque sólo fuera el comienzo de la teoría del centro geométrico. Así, aunque su actuación era bastante buena, este niño con síndrome de Down raramente alcanzaba un nivel pleno de maestría conductual, y, cuando lo conseguía, nunca iba más allá de la maestría conductual en los microdominios en que la alcanzaba. En otras palabras, no había indicio alguno de que las representaciones internas de M. G. hubiesen sufrido ninguna forma de redescrición.

Lo mismo pasaba con otro sujeto, D. H., una muchacha de 17 años aquejada de espina bífida e hidrocefalia interna. D. H. es retrasada profunda, pero tiene una producción lingüística muy fluida. A pesar de ello, su rendimiento en nuestras sencillas pruebas metalingüísticas parcialmente en directo (muy fáciles para niños normales de cuatro-cinco años) fue bastante pobre. En cuanto a la prueba metalingüística «en diferido», D. H. fue totalmente incapaz de realizarla, aunque algunos de los sujetos

con síndrome de Williams, con un CI tan bajo y un lenguaje tan fluido como ella, si fueron capaces de hacerla bien.

El caso de M. G., el niño con síndrome de Down, indica que la maestría conductual es condición necesaria para la redescrípción representacional. Este niño no logró alcanzar un nivel coherente de maestría conductual en los microdominios en que le sometimos a examen. Pero el caso de D. H. indica que, aunque puede que la maestría conductual sea una condición necesaria para la redescrípción representacional, no es una condición suficiente. A pesar del elevado nivel de fluidez de su lenguaje, D. H. no logró resolver ninguna de las tareas que empleamos para medir los primeros signos de redescrípción representacional.

Cualquiera que sea el mecanismo al que apelemos para explicar el proceso general de redescrípción representacional, parece que puede faltar o presentar deficiencias en muchos individuos retrasados. En cambio, algunos individuos con síndrome de Williams, cuyo CI no es mayor de 60, no sólo llegan al primer nivel de redescrípción (alcanzan la máxima puntuación en nuestra tarea parcialmente en directo), sino que además demuestran poseer algunas capacidades metalingüísticas (Karmiloff-Smith, 1990c; Karmiloff-Smith, Bellugi, Klima y Grant, 1991), lo cual es coherente con la hipótesis de que ha habido redescrípción en niveles superiores. Este hecho indica que la posesión de un nivel de inteligencia general normal no es un requisito necesario para que el proceso de redescrípción representacional se produzca en un dominio *particular*. Las capacidades metalingüísticas de los individuos aquejados de síndrome de Williams indican que pueden producirse procesos metacognitivos circunscritos a dominios específicos si toda la capacidad mental se encuentra exclusivamente centrada en uno o dos dominios.

Por consiguiente, en general la realización en profundidad de estudios neuropsicológicos sobre el desarrollo normal debería ayudarnos a generar hipótesis más precisas sobre la cuestión de en qué medida el desarrollo normal es de dominio general y en qué medida es de dominio específico.

¿Qué queda de la teoría de Piaget?

Puesto que no he dejado de defender argumentos contrarios a la existencia de estadios y favorables a la especificidad de dominio del desarrollo, puede que el lector se pregunte qué es lo que, en mi opinión, podría salvarse de la teoría de Piaget, si es que puede salvarse algo. Para abordar esta cuestión, es preciso que retorne a un nivel de discusión epistemológica más general.

La concepción piagetiana del desarrollo está enraizada en una actitud epigenética y constructivista en la que tanto la mente como el ambiente desempeñan papeles esenciales en todo momento. En cambio, la postura innatista carga el peso principal de la explicación sobre la existencia en la mente de estructuras preestablecidas. Según los innatistas, el desarrollo sigue caminos semejantes porque todos los niños normales vienen al mundo con las mismas estructuras innatamente especificadas. El papel del ambiente se reduce al de mero factor desencadenante. Pero el hecho de que el desarrollo avance de modo similar en todos los niños normales no significa necesariamente que el desarrollo deba estar innatamente especificado en detalle, porque lo que también es cierto es que todos los niños se desarrollan en ambientes típicos de nuestra especie (Johnson y Morton, 1991). De manera que es la interacción entre restricciones innatas semejantes y restricciones ambientales semejantes la que produce trayectorias de desarrollo comunes. Además, a pesar de mis argumentos favorables a la existencia de algunas predisposiciones innatas de dominio específico, reconozco, con Piaget, que el cerebro posee inherentemente más plasticidad de lo que la postura innatista admite. El caso de los sordos congénitos, expuesto en el capítulo 2, es un ejemplo especialmente bueno de cómo un área del cerebro destinada al procesamiento auditivo puede reestructurarse para procesar información visoespacial de manera lingüísticamente relevante.

Investigaciones realizadas con otras especies también demuestran la plasticidad del cerebro. Por ejemplo, Greenough *et al.* (1987), en estudios realizados con ratas, han demostrado que el aumento y la pérdida de sinapsis cerebrales está en función de diferentes tipos de experiencia³. Así, cuando se la coloca en una rueda de actividad simplemente para que haga ejercicio, en la rata se produce un incremento de los capilares sanguíneos del cerebelo, pero un descenso del número de sinapsis (debido a una «poda» de las conexiones neuronales existentes, como consecuencia de la falta de otras formas de estimulación distintas del ejercicio físico). Sin embargo, cuando se coloca a la rata en un ambiente rico que la obliga a aprender cosas, se producen aumentos sustanciales de crecimiento dendrítico y conectividad sináptica⁴. Piaget habría recibido estos hallazgos con los brazos abiertos considerándolos en consonancia con los resultados de sus primeros trabajos con moluscos⁵, ya que ésta es precisamente la manera en que él creía que se producía la dinámica epigenética del cambio, en contraposición a la concepción innatista del desenvolvimiento genético. La principal diferencia entre la postura de Piaget y la que yo adopto aquí es mi insistencia en que hay *algunas* predisposiciones innatamente especificadas y de dominio específico que guían la epigenesis. Los

bebés llegan a la carrera del desarrollo con más ventaja de partida de lo que Piaget creía.

El constructivismo de Piaget incorpora el principio de «equilibración», basado en una noción de conflicto interno entre sistemas que se encuentran en diferentes niveles de desarrollo. En cambio, el modelo RR postula cambios en función de la eficacia y el éxito, y, de hecho, muchos de los estudios que hemos expuesto en este libro y los nuevos datos de Siegler (1989a, 1989b) demuestran que el cambio se produce después del éxito y no sólo después del fracaso. En otras palabras, los niños exploran los ambientes de dominio específico yendo más allá de la eficacia en su interacción con ellos. Esto no equivale a la noción piagetiana de «abstracción réléchissante», que se genera sólo cuando el sistema está en desequilibrio. Según ese punto de vista, un sistema en estado de equilibrio nunca mejoraría espontáneamente ni exploraría nuevas posibilidades. Sin embargo, sabemos que pueden producirse cambios sin conflictos y que los conflictos no dan automáticamente lugar a cambios. Siempre he defendido una idea que a muchos les resulta contraintuitiva: que el cambio representacional se genera cuando alguna parte de la dinámica del sistema alcanza *estabilidad*.

Esto no significa negar la importancia de la inestabilidad, el fracaso, el conflicto y la competición como generadores de otros tipos de cambio (Bates y MacWhinney, 1987; Thelen, 1989). Merece la pena insistir sobre este punto. Puede producirse competición en directo entre distintos procesos provocando cambios conductuales. Pero la hipótesis que he desarrollado a lo largo del libro es que la competición que provoca los cambios representacionales sólo puede producirse después de que cada uno de los competidores potenciales se haya consolidado (es decir, sea estable por sí mismo). Por ejemplo, en el capítulo 3 vimos cómo los niños no tenían en cuenta contraejemplos (es decir, no daban estatus de contraejemplos a los casos que lo merecían) hasta que su teoría sobre un microdominio-particular se hubiese consolidado. Pueden encontrarse ejemplos parecidos en la historia de la ciencia y en la estrategias de experimentación científica que siguen los niños (Klahr y Dunbar, 1988; Kuhn *et al.*, 1988; Kuhn y Phelps, 1982; Schauble, 1990)⁶, así como en los diferentes dominios de conocimiento que hemos visto a lo largo de este libro.

En resumidas cuentas, ¿desempeña la teoría piagetiana aún algún papel en la comprensión teórica del desarrollo? A mí me parece que la respuesta es claramente afirmativa. Las teorías del desarrollo cognitivo (así como los recientes modelos conexionistas del desarrollo cognitivo [McClelland, 1991; Parisi, 1991]⁷, que examinaré en el capítulo siguiente) siguen inspirándose en la *epistemología* de Piaget, es decir, en su postura

general sobre el carácter rico y constructivo de la interacción entre el niño y el ambiente y su intento de comprender las propiedades emergentes. Lo que ya no resulta viable son los detalles de su descripción *psicológica* de los cambios en forma de estadios generales con estructuras lógico-matemáticas. Creo que es posible conservar la esencia de la teoría piagetiana y prescindir de los estadios y las estructuras. Sin embargo, Beilin (1985) adopta justo la postura contraria. Según él, los estadios y las estructuras son elementos fundamentales de la teoría de Piaget. Antes, mi tendencia era a estar de acuerdo con esta idea. Sin embargo, el proceso de escribir un libro le lleva a uno a reconsiderar sus posturas de forma más detenida, y ahora mismo estoy convencida de que la verdadera esencia de la teoría de Piaget reside en su epistemología, en su meta más general de llegar a comprender la epigénesis y las formas emergentes. Pero el problema de la teoría de Piaget (y, sin duda, del modelo RR) es que, en comparación, por ejemplo, con teorías expresadas en forma de modelos computacionales, resulta vaga y poco especificada. De este problema es del que me voy a ocupar en el capítulo siguiente.

Capítulo 8

LA ELABORACION DE MODELOS DEL DESARROLLO: REDESCRIPCIÓN REPRESENTACIONAL Y CONEXIONISMO

La principal virtud de los modelos computacionales... es inalcanzable en las formulaciones verbales tradicionales de las teorías del desarrollo. (Klahr, 1992, p. 21.)

Uno de los objetivos de este libro es convencer a los científicos cognitivos del valor que tiene la perspectiva del desarrollo sobre el funcionamiento de la mente humana. Sin embargo, en el núcleo de buena parte de los trabajos que se realizan en la ciencia cognitiva está el uso de modelos de ordenador para comprobar teorías psicológicas. Por consiguiente, resulta esencial dedicar algún espacio al análisis de cuál es la relevancia del modelo RR para los intentos de expresar las teorías del desarrollo en forma de simulaciones por ordenador.

Enfoques «duros» y enfoques «blandos» en la construcción de modelos del desarrollo

¿Qué clase de modelo es el modelo RR? A lo largo del libro he descrito el modelo RR de forma verbal. Usando la expresión de Klahr (1992), este modelo se encontraría en el extremo «blando» de la elaboración de modelos del desarrollo cognitivo. El extremo «duro» consiste en la aplicación de las teorías en forma de programas de ordenador.

La dicotomía que Klahr establece capta una importante distinción entre el hecho de centrarse en los principios generales del desarrollo o centrarse en la especificación de mecanismos concretos. Según Klahr, el proceso mismo de simular el desarrollo en forma de programas de ordenador puede permitirnos obtener ideas sobre los mecanismos que subyacen a los

cambios que se producen en el desarrollo, en tanto que las descripciones verbales siempre resultan burdamente vagas sobre los mecanismos. Estoy de acuerdo, pero no hay por qué considerar que los enfoques «blandos» y «duros» sean mutuamente excluyentes.

En mi opinión, los modelos «blandos» muchas veces permiten alcanzar una comprensión intuitiva más amplia de los principios generales del cambio, mientras que tanto los diagramas de flujo del procesamiento de información como el enfoque simbólico de la simulación por ordenador corren seriamente el riesgo de reificar en una o más cajas u operadores identificados por un nombre lo que en realidad podría ser producto de un sistema sumamente interactivo. No obstante, en el extremo «duro» de la elaboración de modelos, ha habido una serie de interesantes intentos de expresar teorías del desarrollo mediante distintas formas de procesamiento de información: por ejemplo, mediante guiones (Schank y Abelson, 1977; Nelson, 1986), modelos de dependencia o contingencia del desarrollo (Morton, 1986) o dentro del marco de sistemas de producción automodificativos (Klahr *et al.*, 1987)¹. Sin embargo, en este capítulo voy a tomar como ejemplo principal algunas simulaciones conexionistas recientes, ya que parecen ser las más próximas al espíritu de la epigénesis y el constructivismo. Además, abordan el problema que he planteado anteriormente en relación con las teorías de estadios al demostrar que mediante aprendizajes aditivos pueden obtenerse cambios de conducta aparentemente semejantes al paso de un estadio a otro sin necesidad de estructuras y mecanismos cualitativamente distintos (McClelland, 1989).

Aunque el enfoque conexionista ha sido objeto de fuertes críticas (Pinker y Mehler, 1988) y ha sido motejado de «retorno al asociacionismo disfrazado de alta tecnología» (Jusczyk y Bertoncini, 1988) o «remiendo del enfoque "del ruido al orden" predicado por Piaget» (Piatelli-Palmarini, 1989), un creciente número de científicos interesados en el desarrollo cognitivo ven en él un considerable potencial teórico para explicar los principios más generales de la epistemología piagetiana (Bates, 1991; McClelland, 1991; Bechtel y Abrahamsen, 1991). Por otra parte, hay una serie de rasgos del modelo RR, desarrollado de manera independiente durante los años setenta y principios de los ochenta, que curiosamente parecen coincidir con algunas características de las recientes simulaciones conexionistas.

Después de presentar algunas rasgos fundamentales de estos modelos, pasaré a examinar en qué medida las simulaciones conexionistas pueden o no captar lo que considero crucial en cualquier modelo de cambio y desarrollo. En la medida en que pueden hacerlo, el conexionismo ofrece al modelo RR un poderoso juego de herramientas «duras» procedentes de la teoría matemática de los sistemas dinámicos complejos (Van Geert,

1991). Y en la medida en que los modelos conexionistas no consiguen simular adecuadamente el desarrollo, el modelo RR sugiere algunas modificaciones cruciales.

Arquitectura básica de los modelos conexionistas

En contraste con la concepción de von Neumann del modelo por ordenador, según la cual los estados del ordenador se procesan como símbolos que especifican un conjunto de operaciones secuenciales, muchas redes conexionistas se basan en el procesamiento distribuido en paralelo (PDP). La primera vez que oí hablar de los modelos PDP de desarrollo, se me ocurrió que PDP debía significar «postulados sobre el desarrollo presuntuosos». Pero, a medida que mi comprensión de los modelos se ha ido haciendo más profunda² y a medida que las versiones del desarrollo que ofrecen han ido tomando cada vez más en cuenta los verdaderos procesos de aprendizaje de los niños, he acabado por reconocer su potencial para la ciencia cognitiva del desarrollo. Por consiguiente, he decidido cambiar el significado de la última P de «presuntuosos» a «prometedores». No voy a embarcarme en una detallada exposición del conexionismo, puesto que hay libros excelentes dedicados por completo al tema (Rumelhart y McClelland, 1986; McClelland y Rumelhart, 1986; Clark, 1989; Bechtel y Abrahamsen, 1991). Lo que voy a hacer es tomar de las simulaciones conexionistas aquellos aspectos que resultan de especial importancia para nuestra discusión del modelo RR. Pero, para empezar, necesitamos una somera descripción de la arquitectura básica.

El tipo más común de red conexionista consta de un gran número de unidades de procesamiento sencillas, cada una de las cuales adopta distintos grados de activación y envía señales excitatorias o inhibitorias a las demás unidades con las que se encuentra conectada. Las arquitecturas de estas redes constan típicamente de una capa de entrada, una o más capas de unidades ocultas, que corresponden a las representaciones internas cambiantes de la red, y una capa de salida, con una vasta red de conexiones entre las distintas capas. En general, las capas ocultas tienen menos unidades que la capa de entrada, lo cual hace que la representación de la información procedente de ésta esté comprimida. En la figura 8.1 se ilustra una red típica de tres capas.

No todas las redes conexionistas funcionan con representaciones totalmente distribuidas. Cuando se utilizan representaciones localistas, el estatus de la entrada de la red es más parecido al de símbolos en la arquitectura de von Neumann. En los sistemas totalmente distribuidos, el

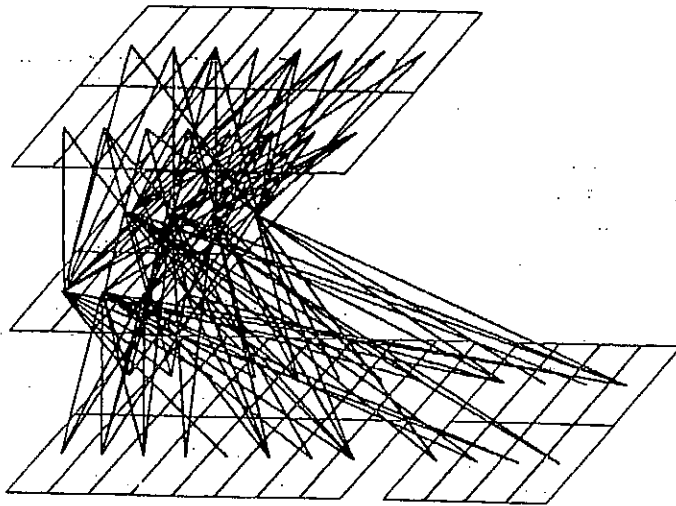


FIGURA 8.1. Red de tres capas.

conocimiento de la red no es una estructura de datos estática situada en unidades determinadas, como en los programas tradicionales, sino que se encuentra almacenado en la fuerza de los pesos que poseen las conexiones entre las distintas unidades mediante una sencilla transformación no lineal (p. ej., una función logística) de la entrada. El grado de activación de una unidad dada es una función continua de la entrada neta que recibe esa unidad. Normalmente los pesos iniciales de las conexiones entre distintas capas de unidades son aleatorios, y durante el proceso de aprendizaje los pesos de estas conexiones cambian constantemente en función del algoritmo de aprendizaje. Un algoritmo de aprendizaje que suele usarse a menudo es el de «propagación hacia atrás», que se basa en la realización de finos ajustes en las activaciones que resultan de la suma de la diferencia, elevada al cuadrado, entre los niveles de activación que constituyen la meta del sistema y los niveles de activación computados de manera proalimentativa de las salidas. Otros algoritmos de aprendizaje implican conexiones totalmente interactivas (McClelland, 1990; Movellan y McClelland, 1991). Las unidades ocultas van desarrollando representaciones a medida que el aprendizaje avanza. Finalmente, cuando el aprendizaje ha terminado, los niveles de activación y las fuerzas de conexión tienden a asentarse en un estado relativamente estable a lo largo de toda la red.

En lugar de los pasos secuenciales preestablecidos y discontinuos, típi-

cos de los programas anteriores de inteligencia artificial, las redes conexionistas implican una dinámica de sistema masivamente paralela. Los elementos de procesamiento dan respuestas no lineales a sus entradas, y esto tiene consecuencias tanto para la representación como para el aprendizaje.

En primer lugar, las representaciones pueden ser continuas y graduadas, reflejando detalles sutiles, y, cuando sea apropiado, también pueden exhibir propiedades binarias y categoriales (Elman, 1991)³.

La segunda consecuencia para el aprendizaje afecta directamente al corazón de la concepción piagetiana del proceso de desarrollo, es que el mismo proceso de asimilación y acomodación de información nueva opera continuamente. Sin embargo, en contraste con la concepción piagetiana de los estadios, McClelland (1989) y otros autores han mostrado cómo las redes exhiben transiciones aparentemente semejantes a cambios de estadio, pero no como consecuencia de cambios discontinuos de estructura o algoritmo de aprendizaje, sino como resultado simplemente de un lento proceso de aprendizaje aditivo que, al llegar a un punto determinado, provoca una importante modificación en los productos de salida. En otras palabras, una enorme cantidad de interacciones locales sencillas puede producir efectos globales complejos, sin necesidad de apelar a ninguna forma de control ejecutivo (un homúnculo) que esté por encima y al margen de la dinámica de los sistemas. Las redes conexionistas constituyen un ejemplo especialmente bueno de cómo puede obtenerse una sorprendente cantidad de orden a partir de estados iniciales aleatorios y sin cambios de arquitectura.

Otra analogía sugerente (aunque, esta vez, no cognitiva) es la reacción química autocatalítica de Belusov-Zhabotinski descrita en Thelen (1989). Si ponemos iones de bromato en un medio muy ácido en un plato de cristal poco profundo, empiezan a aparecer estructuras en forma de anillos concéntricos con una sorprendente apariencia de orden (Madore y Freedman, 1987). Thelen hace hincapié en el hecho de que es imposible describir los patrones emergentes en función de la conducta competitiva aleatoria de los iones individuales, dado su elevado número. Los distintos patrones no preexisten en los compuestos químicos. Surgen como consecuencia de complejas interacciones aleatorias entre las restricciones inherentes a esos compuestos, las restricciones impuestas por la forma y la textura del recipiente, las que crea la temperatura de la habitación, etc. En otras palabras, los patrones resultantes son una propiedad emergente de la dinámica de sistemas: ni más ni menos. Según Thelen, el orden que contemplamos en la embriogénesis y la ontogénesis también puede interpretarse en función de las propiedades que emergen de la dinámica de sistemas. Y lo mismo sucede, aparentemente, con las redes conexionistas.

Vamos a explorar ahora algunas de las maneras en que los enfoques conexionistas de la simulación del desarrollo se relacionan con los temas recurrentes que han ido apareciendo a lo largo de este libro. Como he dicho antes, desarrollé el modelo RR antes de saber nada sobre el marco conexionista. Sin embargo, algunas de las ideas intuitivas que manejaba en ese momento (maestría conductual, el estatus de las representaciones implícitas, etc.) resultaron ser sorprendentemente cercanas a algunos de los postulados básicos del enfoque conexionista. Por ejemplo, muchos detalles del aprendizaje que se produce durante la fase 1, que lleva a adquirir maestría conductual y representaciones de nivel I, podrían verse especialmente bien captados por los modelos conexionistas. Sin embargo, como veremos, el aspecto del desarrollo en que este libro se ha centrado —el proceso de redesccripción representacional— es precisamente lo que, hasta ahora, falta en las simulaciones conexionistas.

Innatismo y conexionismo

La mayor parte de los investigadores de convicciones conexionistas adoptan en sus estrategias de investigación un punto de vista no innatista, lo cual hace posible explorar hasta qué punto pueden simularse los fenómenos del desarrollo a partir de un estado inicial de *tabula rasa* (es decir, partiendo de pesos y niveles de activación aleatorios, sin ningún conocimiento de dominio específico). Esto ha hecho que algunas personas interpreten los resultados de los modelos conexionistas como una prueba contundente favorable a las posturas antiinnatistas. Sin embargo, no hay nada en el marco conexionista que impida el uso de pesos de partida sesgados (es decir, pesos equivalentes a predisposiciones especificadas innatamente, en lugar de pesos aleatorios). De hecho, ésta es la solución que han adoptado varios autores de modelos conexionistas, aunque muchas veces más por razones técnicas que teóricas. Por ejemplo, puesto que sabemos que los bebés son sensibles a la simetría, la forma y la ordinalidad, no habría nada inherentemente contrario al conexionismo en el hecho de incorporar dichas predisposiciones en el estado inicial de una red que vaya a aprender otras tareas.

Se han propuesto distintas formas de simular los cambios del desarrollo. Una de ellas consiste en empezar con una red dotada de un pequeño número de unidades ocultas y, a medida que avanza su «desarrollo», ir reclutando cada vez más unidades o una capa extra de unidades ocultas para comprimir aún más los datos (Schultz, 1991a y b). Esta idea se parece bastante a la noción neopiagetiana según la cual la capacidad de procesa-

miento aumenta con la edad. Otros autores han sugerido un proceso equivalente al cambio «madurativo», el cual consistiría en que la red empezaría usando el aprendizaje por contraste de Hebb, pero, al «madurar», llegaría a usar el aprendizaje por propagación hacia atrás (Bechtel y Abrahamsen, 1991). También se ha recurrido al aprendizaje incremental, que consiste en que la red sólo puede ver al principio una parte de la entrada de datos simultáneamente, en lugar de tener acceso a toda la entrada de una sola vez (Elman, 1991; Plunkett y Marchmann, 1991). Todas estas soluciones al problema de los cambios del desarrollo son de dominio general, pero empezamos a asistir a un aumento de la tendencia por parte de los conexionistas a explorar de qué manera la inclusión de restricciones de dominio específico en las redes puede moldear el aprendizaje. En mi opinión, es muy probable que esta última opción pase a ocupar un lugar central en los futuros modelos conexionistas del desarrollo.

Especificidad de dominio y conexionismo

Podría parecer que los modelos conexionistas niegan, implícita o explícitamente, la necesidad de aprendizajes de dominio específico; pero, como veremos en un momento, la especificidad de dominio penetra sutilmente por la puerta de atrás.

En el capítulo 1, expuse la distinción que propone Fodor entre encapsulamiento de recursos y encapsulamiento informativo. Según Fodor, los módulos están encapsulados informativamente, pero se muestra neutral en relación con el encapsulamiento de recursos. Desde el punto de vista de la especificidad de dominios, esto equivaldría a decir que los dominios son específicos desde el punto de vista representacional, pero podrían emplear algoritmos de aprendizaje generales. A favor de la generalidad de dominios, los conexionistas hacen hincapié en que sus modelos usan los mismos algoritmos de aprendizaje en categorías de entrada distintas que se presentan a redes también distintas. Pero no hay ni una sola red a la que se haya presentado una colección de entradas procedentes de dominios distintos (por ejemplo, el lenguaje, el espacio, la física). Las redes que se emplean para simular la adquisición del lenguaje (que analizaremos en detalle en una sección posterior) sólo ven secuencias de palabras (Elman, 1991). La misma red no podría usarse para aprender una tarea de física sin alterar por completo el aprendizaje lingüístico que ya se hubiese producido, a menos que se la siguiese entrenando en la tarea original. En otras palabras, el hecho de que cada red se dedique a un tipo específico de entrada, en una tarea de aprendizaje específica, es en última instancia equi-

valente a la especificidad de dominios (o modularidad) del ser humano. Aparentemente, los bebés procesan las entradas de datos privativas de cada dominio específico de forma independiente, y eso mismo hacen las redes.

Las redes no muestran necesariamente encapsulamiento de recursos, ya que el mismo algoritmo de aprendizaje puede usarse en muchas redes distintas. Sin embargo, cada red individual se encuentra informativamente encapsulada, a pesar de lo cual, curiosamente, las redes no son «módulos» en el sentido de la distinción que tracé en el capítulo 1 entre módulo y proceso de modularización. De hecho, las redes «imitan» el proceso de modularización porque, sin tener incorporado ningún sesgo inicial o tan sólo unos pocos, a medida que avanza el aprendizaje *se van haciendo* cada vez más parecidas a módulos especializados. Inicialmente, una red podría aprender a procesar datos de entrada lingüísticos o físicos, pero, después de haber aprendido, pongamos por caso, datos lingüísticos, la misma red es ahora incapaz de aprender datos de física sin desbaratar todo el aprendizaje realizado con los datos de entrada iniciales. Por consiguiente, hay un nivel de descripción en el que las redes son de dominio tan específico como muchos ejemplos de aprendizaje humano. Es posible que terminemos por necesitar redes múltiples con algoritmos de aprendizaje distintos.

Vamos ahora a echar un vistazo a algunas características específicas del modelo RR y sus relaciones con el marco de referencia conexionista.

Maestría conductual y conexionismo

A lo largo del libro he sostenido repetidamente que la maestría conductual es un prerrequisito del cambio representacional. Por ejemplo, en el capítulo 3 vimos cómo los niños que se enfrentaban a la tarea de equilibrar bloques seguían siendo consumados equilibradores de bloques durante un par de años antes de pasar a guiarse por la teoría del centro geométrico. Recuérdense también los ejemplos del capítulo 6 relativos a las habilidades gráficas de los niños. Desde el punto de vista del microdesarrollo, en la tarea de generación de mapas, ningún niño introducía cambios en su sistema en estadios tempranos de la tarea. Los cambios se producían sólo después de siete o diez bifurcaciones, es decir, después de que la solución específica de la tarea se hubiese consolidado. Asimismo, en la adquisición del género gramatical, los niños consolidan primero cada uno de los sistemas (el morfofonológico, el sintáctico y el semántico) por separado, y sólo después empieza cada sistema a introducir restricciones sobre los demás (Karmiloff-Smith, 1979a). Siempre hay un periodo de maestría

conductual que parece ocurrir antes del cambio representacional. Sin embargo, si se analizan las unidades ocultas de una red conexionista durante el aprendizaje, resulta que hay alguna representación del cambio subsiguiente *antes* de que éste pueda observarse en los productos de salida de la red, lo cual indica que los cambios pueden empezar a producirse antes de alcanzar la plena maestría conductual.

¿Qué es, entonces, la maestría conductual? En mi opinión, la idea intuitiva que subyace a la noción de maestría conductual se corresponde bastante bien con la noción conexionista de que las redes alcanzan estados estables. Hay un momento durante el proceso de aprendizaje de una red en que los pesos tienden a estabilizarse, de manera que la entrada de datos nuevos ya no afecta a su valor. En un modelo conexionista esto pone *punto final* al aprendizaje, mientras que en el modelo RR se trata del *punto de partida* para generar redescrípciones de las representaciones implícitas de nivel I.

Representaciones implícitas y conexionismo

Muchas veces, me ha resultado difícil comunicar, especialmente a los psicólogos del desarrollo, lo que entiendo exactamente por «representaciones implícitas de nivel I». Como mencioné en el capítulo 1, muchas veces los investigadores han recurrido al término «implícito» para justificar la aparición de conductas eficientes que surgen «demasiado pronto» para los postulados de una determinada teoría. Pero, hasta ahora, no se ha dado ninguna definición de «implícito». Por otra parte, el término «explícito» suele confundirse con la capacidad de acceder a conocimientos verbalmente expresables. A lo largo de este libro he defendido una visión más compleja del cambio representacional de lo que parece indicar la dicotomía anterior. He postulado la existencia de distintos niveles de redescrípción más allá de las representaciones de nivel I.

Algunas simulaciones conexionistas recientes del aprendizaje del lenguaje ilustran especialmente bien cuál es el estatus de las representaciones de nivel I dentro del modelo RR del desarrollo. El trabajo de Elman (1991) constituye un ejemplo especialmente elegante.

La red creada por Elman intenta simular la tarea a la que se enfrenta un niño pequeño a la hora de aprender las relaciones lingüísticas de dependencia estructural a partir de una entrada de datos consistente en secuencias de palabras semejantes a las de la lengua inglesa. La red recibe las palabras de una en una y tiene que predecir el siguiente estado de la entrada, es decir, cuál será la siguiente palabra de la secuencia. La diferen-

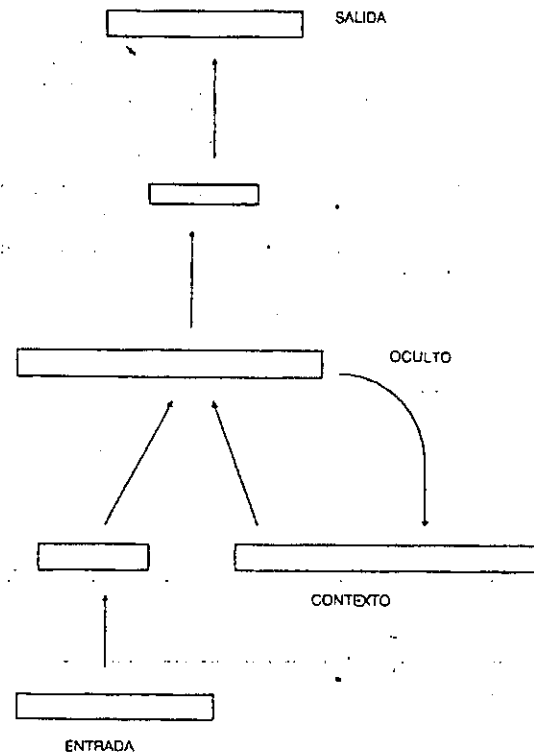


FIGURA 8.2. Red recurrente de Elman. (Tomado de Elman 1989. Reimpreso con permiso del autor.)

cia entre el estado predicho (la salida que la red tiene por objetivo) y el estado real subsiguiente (la salida que computa la red) vuelve retroalimentativamente a la red a cada paso. Pero la red es recurrente. Hay una capa de unidades contextuales (un subconjunto especial de entradas que no reciben ninguna entrada externa), la cual retransmite de nuevo los resultados del procesamiento previo a las representaciones internas. De este modo, en el momento 2, la capa oculta procesa tanto la entrada correspondiente a este momento como los resultados (procedentes de la capa contextual) de su propio procesamiento en el momento 1; y así sucesivamente de modo recurrente. Gracias a este procedimiento, la red capta la naturaleza secuencial de la entrada. En la figura 8.2 se muestra la arquitectura de esta red⁴.

El conjunto de entradas utilizado por Elman constaba de secuencias parecidas a oraciones que diferían en la concordancia numérica entre sujeto y verbo (p. ej., «chico oye.»/«chicas ven.»), en el carácter transitivo o intransitivo de los verbos («chico persigue chica.»/«chico camina.»), y en los niveles de subordinación de oraciones de relativo («chicos que persiguen chica ven.»/«chicas que chico persigue caminan.»), etc. El punto que aparece al final de cada secuencia desempeña un papel equivalente al de los contornos de entonación exagerados que subrayan la estructura de constituyentes de las frases, emitidas en lo que ha dado en llamarse «maternés», que los niños pequeños reciben como entrada informativa. En la red de Elman, cada sustantivo y cada verbo aparecen en distintos papeles gramaticales en las secuencias de entrada, de manera que una misma entrada se procesa de modo distinto en función de en qué estado se encuentren las unidades contextuales (por ejemplo, «chico» después de un pronombre de relativo frente a «chico» después de un verbo transitivo). Es cierto que la red recibe las palabras ya segmentadas (tarea que el niño debe realizar por sí mismo al adquirir el lenguaje), pero también es verdad que la red nunca recibe información sobre el papel que cada palabra desempeña en la oración, su categoría gramatical o la concordancia numérica. Estas categorías debe inferirlas la red durante el aprendizaje usando varias fuentes simultáneas: las regularidades estadísticas entre las secuencias de entrada, la información retransmitida a las unidades ocultas desde las unidades contextuales y la información retropropagada relativa a las diferencias entre las predicciones de la red de cuál va a ser la siguiente entrada y la entrada que realmente se produce.

Para enseñar a la red, Elman probó distintas formas de aprendizaje incremental: al principio, introducía secuencias sencillas y, después de una determinada cantidad de aprendizaje, procedía a proporcionarle secuencias más largas y con oraciones de relativo. También variaba la «memoria a corto plazo» de la red: al principio sólo podía examinar dos o tres elementos seguidos, pero después era capaz de examinar secuencias más largas. En el aprendizaje incremental, al aumentar las actividades de procesamiento de la red, las representaciones nuevas siguen estando restringidas por el aprendizaje anterior con secuencias más cortas, que contienen las generalizaciones más importantes necesarias para el aprendizaje posterior.

Se ha criticado a los modelos conexionistas por la manera en que las entradas que representan surgen del conocimiento, basado en reglas, del propio autor del modelo (Lachter y Bever, 1988). Aunque esto puede suceder realmente en algunos modelos, Elman usa vectores de entrada locales y arbitrarios para representar todas las entradas. Por ejemplo, «chico»

y «chicos» son arbitrariamente distintos, como todos los demás nombres y verbos. Ninguna parte de la representación da indicación alguna del solapamiento que pueda existir en la función gramatical o el significado. Cada vector de entrada es simplemente una larga secuencia de «ceros» con «unos» aislados situados en distintos puntos arbitrarios. La función gramatical debe inferirse y representarse progresivamente en las unidades ocultas a medida que avanza el aprendizaje.

En realidad, el potencial representacional de las entradas que recibe la red de Elman es menor que el de las entradas que normalmente recibe un niño⁵. Pero, paradójicamente, a pesar de esta diferencia, esta característica del modelo de Elman resulta fiel al espíritu del modelo RR. En efecto, antes he sostenido que, a pesar de la información potencial presente en la estructura de la entrada (p. ej., los solapamientos fonológicos y semánticos entre «chico» y «chicos»), inicialmente las representaciones de los niños se almacenan independientemente unas de otras (Karmiloff-Smith, 1979a).

No es necesario que aquí nos ocupemos de todos los detalles del proceso de aprendizaje de la red de Elman; lo que nos interesa es el *estatus* de las representaciones que la red va construyendo progresivamente. En primer lugar, Elman muestra que, al igual que sucede con la mayoría de las redes conexionistas basadas en funciones no lineales, para el aprendizaje es esencial un largo período inicial. Al principio, las predicciones de la red son aleatorias, pero con el tiempo la red aprende a predecir, no necesariamente la palabra concreta que va a aparecer a continuación, sino su *categoría* correcta (sustantivo, verbo, etc.), así como el marco de subcategorización adecuado del siguiente verbo (transitivo o intransitivo), y el número correspondiente tanto al sustantivo como al verbo (singular o plural). Esto no puede hacerse por mera asociación entre elementos superficiales adyacentes. Por ejemplo, aunque, en el caso de las secuencias más sencillas, la red podría aprender a predecir que las secuencias con «n» (verbo en plural*) siguen siempre a secuencias con «s» (sustantivos en plural), no podría hacerlo en el caso de secuencias con oraciones de relativo incrustadas, en las que un verbo en plural puede ir detrás de un sustantivo en singular (p. ej., «chicos que persiguen *chica ven* perro»). En este caso, la red *debe* hacer predicciones *dependientes de la estructura*. Así, pues, la red pasa progresivamente de procesar meras regularidades superficiales a

* En el experimento original de Elman, realizado en lengua inglesa, el contraste es entre la ausencia de «s», que en inglés identifica a los verbos en tercera persona del plural, y su presencia, que en el caso de los sustantivos, al igual que en castellano, marca el plural de esta categoría gramatical [N. de los T.].

representar algo más abstracto, pero sin que este rasgo se encuentre incorporado en la red como una restricción lingüística preespecificada.

¿Podemos, a partir de estos impresionantes resultados, sacar la conclusión de que la red sabe realmente algo sobre las categorías lingüísticas de sustantivo/verbo, singular/plural, transitivo/intransitivo, y sobre los diferentes niveles de incrustación gramatical? La respuesta es afirmativa y negativa al mismo tiempo. Negativa, porque ni esta red ni ninguna otra podría usar directamente este conocimiento gramatical con otros fines (véase más abajo); y afirmativa, porque sí puede decirse que sabe algo sobre esas categorías gramaticales en el sentido de que ahora posee lo que el modelo RR denominaría «representaciones de nivel I». Vamos a echar un vistazo al estatus de este conocimiento implícito que posee la red.

Hay varias formas de indagar en las representaciones internas de una red durante y después del proceso de aprendizaje. Una consiste en analizar los espacios correspondientes a los pesos de las unidades ocultas, lo cual puede hacerse mediante un análisis de conglomerados o, de forma más dinámica, haciendo un análisis de componentes principales de las múltiples trayectorias que aparecen en el espacio de activación (González y Wintz, 1977). En el ejemplo de la red de Elman, a medida que avanza el aprendizaje, cada secuencia de palabras se representa internamente como una trayectoria a través del espacio correspondiente a los pesos de las unidades. Pueden registrarse las representaciones del conjunto completo de oraciones de entrada congelando los pesos y grabando los patrones en las unidades ocultas. El conjunto de trayectorias que este proceso crea en el espacio de pesos *N*-dimensional de la red muestra que ciertas categorías tienden a alinearse de forma específica y en posición ortogonal respecto a otras. A continuación, pueden crearse imágenes de fase-estado que reflejen la rotación de los ejes mostrando cuáles son los componentes principales más significativos.

Por ejemplo, los usos de «chico» como sujeto, en una trayectoria por el espacio de pesos, se encuentran alineados con otros sujetos oracionales, mientras que los usos de «chico» como objeto directo se alinean de forma ligeramente distinta pero en las cercanías. Asimismo, los usos de «chica» en posición de sujeto se alinean con los usos de «chico» en posición de sujeto. En otra dimensión del espacio de activación, «chico» y «chica», en todos sus papeles gramaticales, se alinean con todas las demás palabras que llamamos «sustantivos», los cuales, a su vez, se encuentran más separados del patrón de organización de los verbos. En otra parte del espacio de activación, los verbos se dividen en trayectorias que separan a los transitivos de los intransitivos. Y así sucesivamente. Estas distintas trayectorias deri-

van de representaciones en las unidades ocultas que comparten niveles de activación que se solapan entre sí. Son producto de la dinámica global del sistema que tiene lugar mientras la red aprende el conjunto de secuencias de entrada.

Representaciones explícitas y conexionismo

Este conocimiento gramatical, aparentemente tan impresionante, está tan sólo implícito en las representaciones internas del sistema, lo cual no significa que no se encuentre representado. Como en el caso de los primeros aprendizajes de un niño, mi tesis sería que se encuentra representado en el formato de nivel I. Pero somos nosotros, teóricos externos, quienes empleamos formatos de nivel E para etiquetar las trayectorias en el espacio de pesos con los nombres de «sustantivo», «verbo», «sujeto», «objeto», «intransitivo», «transitivo», «plural», «singular», etc. La propia red nunca va más allá de la formación del equivalente a representaciones estables de nivel I. En otras palabras, no trasciende espontáneamente el nivel de maestría conductual gracias al cual puede actuar de forma eficaz; no redescrive las representaciones almacenadas en sus trayectorias de activación. A diferencia del niño, la red no se «apropia» espontáneamente del conocimiento que tiene representado sobre distintas categorías lingüísticas. No puede usar directamente el conocimiento más abstracto, de nivel superior, para fines distintos de aquel para el que fue diseñada, ni intercambiar conocimiento con otras redes. Para explotar el producto de su aprendizaje, sería preciso apelar a otra red, y esto no es algo que ocurra *espontáneamente* después de alcanzar un umbral determinado de estabilidad. La noción de «sustantivo» permanece implícita en la dinámica de sistema de la red. El aprendizaje *inicial* de los niños es también de este tipo; sin embargo, ellos sí proceden a redescibir espontáneamente su conocimiento. Este proceso generalizado de redescipción representacional da lugar a la manipulabilidad y flexibilidad del sistema humano de representación.

La verdad es que no sería difícil construir una red, inspirada en el modelo RR, capaz de redescibir los estados estables del espacio de pesos, de tal manera que la información implícita representada en sus trayectorias pudiera usarse como conocimiento por la misma red u otras distintas. Pero esto podría implicar un cambio en la arquitectura de la red, que requeriría tal vez la creación de núdulos especiales que no estarían implicados en otros aspectos del procesamiento en directo. Por otra parte, el modelo RR sugiere que lo que se abstrae durante el proceso de redescipción conlleva una pérdida de detalle y una ganancia en accesibilidad. Por consi-

guiente, no sería deseable que se redescibiesen todas las trayectorias de la red, sino simplemente el *producto* de las más importantes (algo así como redescibir las instantáneas de fase-estado proporcionadas por el análisis de componentes principales). Además, el modelo RR postula que el conocimiento redescrito con nociones abstractas tales como «verbo» y «sustantivo» debe estar en un formato *distinto* del de las representaciones originales de nivel I. En otras palabras, las redescipciones deberían estar en un formato representacional utilizable por redes que previamente hubiesen procesado representaciones *distintas* en el nivel de entrada. De ahí la necesidad de que la redescipción representacional se haga a formatos de nivel E: si se tratase de meras copias de las representaciones de nivel I, no serían transportables de una red a otra, ya que dependerían en exceso de las características específicas de sus entradas.

En el capítulo 2 vimos un ejemplo especialmente relevante de en qué podría consistir un proceso como éste en el caso del ser humano. Cuando se pedía a niños de cuatro a seis años de edad que repitiesen la última palabra que había dicho el experimentador antes de interrumpir un relato, algunos de los sujetos más jóvenes (de entre tres y cuatro años de edad) eran totalmente incapaces de hacer la tarea, a pesar de la gran cantidad de ejemplos y ayuda que recibían del experimentador. La fluidez de su lenguaje y la ausencia de errores de segmentación indicaban que eran capaces de representar las fronteras formales entre palabras en la mayoría de los vocablos que usaban y entendían, pero aún no estaban listos para ir más allá de la maestría conductual. Había otros niños (de entre cuatro y cinco años de edad) que no eran capaces de hacer inmediatamente la tarea pero que, con un único ejemplo con algunas palabras de clase abierta, fueron capaces de hacer extensiva inmediatamente la noción de «palabra» a todas las categorías de clase abierta y clase cerrada. Sus representaciones de nivel I estaban listas para una redescipción al nivel E1 generada desde fuera. Sin embargo, los niños un poco mayores (cinco-seis años), que nunca habían recibido clases de lenguaje, habían realizado espontáneamente el proceso de redescipción por su propia cuenta, y hacían bien la tarea desde el primer momento, incluso en la historieta inicial de presentación. Por último, las representaciones de los niños de entre seis y siete años de edad mostraban signos de haber experimentado más redescipciones y haber pasado al formato E2/3, ya que eran capaces de tener acceso consciente a su conocimiento y dar explicaciones verbales de qué es una palabra y por qué. Considero que este proceso de redescipción múltiple del conocimiento, que se hace cada vez más accesible a distintas partes del sistema, es un componente esencial del desarrollo humano que los creadores de modelos conexionistas deben tener en cuenta.

Por último, en el capítulo 2 presenté un caso en el que no parecía producirse ningún tipo de redescrición representacional. Se trataba del conocimiento sobre computaciones en directo de las restricciones del discurso (las decisiones que tomamos en un discurso extenso acerca de cuándo hay que pronominalizar, usar sintagmas completos, etc.). Este tipo de decisiones depende no sólo de la estructura del lenguaje *per se*, sino también (y sobre todo) de la construcción en directo de un modelo de discurso determinado. Puede que, si exploramos mediante redes conexionistas la diferencia entre estados representacionales estables y los que sólo son relevantes para la dinámica en directo y, por consiguiente, no deben almacenarse, seamos capaces de explorar en mayor profundidad las restricciones sobre la redescrición representacional en los seres humanos. Además, por la bibliografía sobre el desarrollo de la conciencia metalingüística y de la metacognición en general, sabemos qué características del aprendizaje llegan a ser accesibles a la conciencia y en qué orden. Podríamos usar simulaciones conexionistas para explorar hasta qué punto las distintas características participan en relaciones de correspondencias múltiples y cuáles llegan a estar representadas de forma más explícita en las unidades ocultas.

¿Qué falta en los modelos conexionistas del desarrollo?

Aunque los modelos conexionistas tienen un cierto potencial para la teorización sobre el desarrollo, presentan también varios inconvenientes. Uno de ellos tiene que ver con las entradas que se ofrecen a las redes. Salvo algunas excepciones, puede decirse que, por ahora, los conexionistas no han conseguido construir verdaderos modelos del desarrollo, sino modelos de *tareas*. Este hecho resulta especialmente evidente si echamos un vistazo al ejemplo de la balanza, tan popular en todo tipo de modelos por ordenador, ya sean conexionistas o de otro tipo (Schultz, 1991a y b; McClelland y Jenkins, 1990; Langley, 1987; Siegler y Robinson, 1978; Newell, 1991). Los modelos se han centrado en la actuación de los niños en la tarea de la balanza, no en cómo aprenden sobre los fenómenos físicos en general. Es un hecho que muchos niños llegan al experimento de la balanza sin ninguna experiencia previa con este aparato; pero eso no significa que no posean ningún conocimiento relevante para la tarea. Puede que, en tareas realizadas con una balanza tradicional, se centren en el peso porque lo que el experimentador manipula de forma más ostensible sean las pesas. Pero, en la tarea de equilibración de bloques que vimos en el capítulo 3, muchos niños pequeños se olvidan del peso y se centran ex-

clusivamente en la longitud. Los niños llegan a estas tareas habiendo aprendido ya algo acerca de cómo caen las reglas de las mesas, cómo equilibrarse en un columpio de balancín, etc. Pero un columpio no es una balanza: ¡no está equipado con una línea de espigas equidistantes sobre la que puedan colocarse niños exactamente del mismo peso uno encima de otro! El desarrollo no puede reducirse al aprendizaje de tareas específicas; consiste en derivar conocimiento de muchas fuentes distintas y usarlo de forma orientada a metas. Por eso, en mi opinión, es necesario usar vectores de entrada mucho más ricos si queremos construir modelos de la manera en que los niños de verdad aprenden en ambientes de verdad.

Para ser justos, hay que reconocer que la elaboración de modelos precisos requiere necesariamente simplificación, y ése es el motivo por el cual defendía el papel complementario que pueden desempeñar los enfoques «blandos». Además, ciertas simulaciones conexionistas del problema de la balanza no se centran en el problema físico. Por ejemplo, el trabajo de McClelland (1989) sobre la tarea de la balanza tenía como meta principal demostrar que las redes son capaces de producir conductas con características de estadios a partir de un proceso de aprendizaje meramente incremental. Pero, si queremos construir modelos del contenido de los aprendizajes infantiles en microdominios específicos, entonces nuestros modelos deben reflejar la complejidad de la interacción del niño con el mundo; y, como he sugerido en secciones anteriores de este capítulo, el punto de partida del aprendizaje de las redes no tiene por qué ser aleatorio: podría poseer algunos pesos inicialmente sesgados como consecuencia de la evolución y/o de aprendizajes anteriores.

Parece bastante plausible que los modelos conexionistas puedan aportar precisión a la explicación de lo que he denominado «aprendizaje de fase I» (la fase que termina con la obtención de maestría conductual: es decir, el periodo de rica interacción con el ambiente durante el cual se construyen y consolidan las representaciones de nivel I). Sin embargo, el desarrollo implica mucho más que esto. En distintos momentos he insinuado que las simulaciones conexionistas se quedan cortas y no llegan a alcanzar ciertos componentes del desarrollo humano que considero esenciales. Ciertamente, como vimos con algún detalle en la sección anterior, hasta ahora los modelos conexionistas han tenido poco que decir acerca de cómo se pasa de las representaciones implícitas a las explícitas⁶, lo cual, según el modelo RR, constituye un proceso esencial. ¿Cómo puede una red apropiarse de sus propios estados estables? Clark (1989), Dennett (1978) y McClelland (1991) sostienen que bastaría con añadir a una red conexionista otra que utilice el equivalente del lenguaje público, dando por supuesto que la única diferencia entre conocimiento implícito y expli-

cito es que este último se encuentra codificado lingüísticamente. Sin embargo, he presentado ejemplos de conocimiento en niños que se encuentra codificado explícitamente pero que no son capaces de articular lingüísticamente. El modelo RR postula un panorama más complejo con múltiples niveles de redescrición representacional, una de cuyas manifestaciones es el lenguaje, y no necesariamente la más importante. Finalmente, el hecho de que la mayoría de los modelos conexionistas mezclen estructura y contenido hace difícil que puedan explotarse los componentes del conocimiento. Pero, como vimos, especialmente en el capítulo 6, los niños extraen componentes de conocimiento de los procesos en que se encuentran incrustados, los rerrepresentan y los utilizan de forma que cada vez resultan más manipulables.

La cuestión de cómo puede construirse un modelo de la redescrición representacional en una red conexionista está sin resolver. ¿Podría conseguirse simplemente añadiendo más capas a la arquitectura de una única red o creando, pongamos por caso, una jerarquía de redes interconectadas? ¿Habría que coger un nodo, externo respecto al procesamiento en directo, y alimentarlo gradualmente con información procedente de las representaciones internas en desarrollo cuando las unidades internas alcanzasen un determinado umbral de estabilidad? ¿O, quizá, tendremos que optar por modelos híbridos que consten tanto de procesamiento distribuido en paralelo como de manipulaciones secuenciales clásicas de símbolos discretos? (véanse las discusiones de Karmiloff-Smith, 1987, 1991; Clark y Karmiloff-Smith, 1992; Schneider, 1987). A medida que las redes conexionistas vayan haciéndose más complejas, creo que la cuestión de si algo es de verdad «híbrido» irá perdiendo importancia. En mi opinión, los modelos futuros del desarrollo deben simular *tanto* los beneficios del procesamiento rápido mediante representaciones implícitas *como* los que se derivan de la posterior redescrición representacional, proceso que, a mi manera de ver, hace posible la creatividad humana.

¡En este libro no hay diagramas de flujo!

Desde la década de los setenta, cuando introduje la noción de redescrición representacional y operadores metaprocedimentales, no han dejado de asediarme con preguntas acerca de los mecanismos precisos. Yo me ponía entonces a la tarea dibujando uno o dos diagramas de flujo, con cajas que representaban un «detector de estabilidad», un «escáner de analogías», un «redescriptor», un «operador consciente», etc., todos los cuales no tardaban mucho en acabar en la papelera. Y, si me atrevía a presentar

un diagrama de flujo en una charla informal, inmediatamente me veía interrumpida y sometida a un interrogatorio acerca de cómo cada uno de los operadores metaprocedimentales sabe en qué momento tiene que aplicarse; así que otra vez tenía que volver a la pizarra y embarcarme en un frenesí de diagramas y cálculos de razones entre ejemplos positivos y contrarios. Pero, dejando aparte un par de momentos de locura en que llegué a publicar algo que se encontraba extrañamente a medias entre un ordino-grama y un diagrama de flujo de información (Karmiloff-Smith, 1979a, 1985), siempre he tenido la impresión de que esas preguntas estaban planteadas en un nivel inadecuado en relación con las intuiciones con las que yo me debatía. Para mí la conciencia no era una «caja» o un operador independiente; era, y es, una propiedad emergente de la reiteración del proceso de redescrición representacional. A mi modo de ver, los tipos de constructo que surgen en la teoría de sistemas dinámicos, y su aplicación en modelos conexionistas de desarrollo, puede que resulten estar en el nivel adecuado para exploraciones futuras más precisas del modelo RR.