



- ◆ Trabajo realizado por el equipo de la Biblioteca Digital de la Fundación Universitaria San Pablo-CEU
- ◆ Me comprometo a utilizar esta copia privada sin finalidad lucrativa, para fines de investigación y docencia, de acuerdo con el art. 37 del T.R.L.P.I. (Texto Refundido de la Ley de Propiedad Intelectual del 12 abril 1996)

El estudio de Schneider *et al.* demuestra los efectos de la pericia sobre la memoria. El término **pericia** (a veces también etiquetado *conocimiento del contenido o base del conocimiento*) se refiere al conocimiento objetivo organizado sobre el contenido de un campo, es decir, lo que sabemos sobre un tema. Al contrario que el conocimiento englobado en los estadios de Piaget, la pericia es específica de un contenido; la pericia de una persona puede ser grande con respecto a los dinosaurios, las aves o el ajedrez, pero baja cuando el tema resulta ser el béisbol, la cocina o la física. Cuando la pericia es alta, la memoria tiende a serlo también. Las variaciones en cuanto a la pericia contribuyen a las variaciones respecto a la memoria entre los individuos. Los expertos en ajedrez, por ejemplo, muestran mejor memoria para las posiciones de ajedrez y otras informaciones relacionadas con el ajedrez que con la mayoría de los otros temas. Las variaciones en la pericia contribuyen también a diferencias en la memoria en los diferentes individuos. En consecuencia, los expertos en ajedrez recuerdan más sobre el ajedrez que los novatos, igual que los expertos en baseball, cocina o física recuerdan mejor lo referente a su especialidad que la mayoría de las personas. Finalmente, las variaciones en la pericia contribuyen al aspecto de la memoria que es nuestra principal preocupación aquí: los cambios en la memoria debidos al desarrollo a lo largo de la infancia. Los niños mayores poseen mayor pericia sobre muchos temas que los más pequeños, y esta mayor pericia es una razón de que recuerden más cosas.

La pericia puede influir en la memoria en diversas formas. Una es a través de la forma en que el conocimiento se representa. En el caso del ajedrez, los expertos almacenan modelos más amplios y complejos de posibles posiciones que los no expertos, y esta rica estructura organizativa les ayuda a dar rápidamente sentido a las posiciones que se representan (Bedart y Chi, 1992). Otra forma es a través de influencias en otros elementos que contribuyen a la memoria, como las estrategias mnemotécnicas. Las investigaciones han mostrado que los niños utilizan estrategias de forma más efectiva en áreas de contenido de las que tienen conocimiento (Bjorklund, Muir-Broadus y Scheneider, 1990). Finalmente, quizás la influencia más general de la pericia se aprecie en la velocidad del procesamiento. Cuando se tiene un alto conocimiento sobre un campo, puede interiorizarse y procesarse de forma más rápida la información relevante, lo que libera recursos cognoscitivos para otras actividades como la generación de estrategias (Bjorklund y Schneider, 1996).

Un descubrimiento adicional del estudio de Schneider *et al.* aporta un punto más importante sobre la pericia. Además de la comparación entre expertos y novatos, su estudio incluía la dimensión de la edad. La mitad de los jugadores de ajedrez eran adultos y la mitad niños de 10 a 13 años de edad; igualmente la mitad de los novatos eran adultos y la mitad niños. El diseño del estudio (según un clásico estudio anterior de Chi, 1978), permitió a los investigadores observar separadamente la influencia de la edad y la pericia, dos factores que generalmente van muy unidos y en consecuencia son difíciles de separar. En las tareas de memoria que no se refieren al ajedrez, los adultos, como era de esperar, mostraron mejor memoria que los niños. En las medidas referentes al ajedrez, sin embargo, lo importante fue la pericia no la edad. En consecuencia, expertos de 10 años de edad superaron a adultos novatos en la reproducción de las posiciones del ajedrez, a pesar del hecho de que los adultos en general tenían mayor capacidad de memoria.

Lo que este estudio indica es que al menos en algunos casos es la pericia y no otros factores asociados con la edad lo que resulta importante para la memoria. Otros

investigadores han observado también que jóvenes participantes pueden igualar o incluso sobrepasar a otros mayores cuando el contenido es algo que conocen bien. Entre las áreas de contenido en que se ha demostrado la superioridad de los niños se encuentra la información sobre dinosaurios (Chi y Koeske, 1983), figuras de dibujos animados (Lindberg, 1980), baseball (Recht y Leslie, 1988), y fútbol (Schneider, Korkel y Weinert, 1987).

Los trabajos relativos a la pericia nos llevan a otro tema general de la aproximación del procesamiento de información. El papel del conocimiento objetivo se ha acentuado en gran manera en las explicaciones contemporáneas del procesamiento de información no sólo de la memoria sino también del razonamiento y la solución de problemas (Bjorklund, 1987a; Chi, Glaser y Farr, 1988). El argumento es claro. Cuantas más cosas sabe ya el niño, más capaz será de comprender cualquier experiencia nueva. Cuanto más comprende, más capaz será de recordar. Y cuanto más comprenda y recuerde, más probabilidades tendrá de razonar y resolver problemas de forma efectiva y adaptable.

Guiones

Los puntos principales de nuestro comentario respecto al conocimiento y la memoria han sido que el conocimiento influye en la memoria y que al variar el conocimiento varía la memoria. Hay, naturalmente, muchas formas de variación en el conocimiento al evolucionar el niño, incluyendo el convertirse en expertos en numerosas áreas de contenido. Uno de estos cambios, sin embargo, merece una atención especial, tanto por su importancia en general como porque ha sido el centro de numerosas investigaciones actuales sobre la memoria en los comienzos de la infancia. Hablamos del desarrollo de guiones.

Podemos definir formalmente un **guión** como una representación de la secuencia habitual de acciones y acontecimientos en un contexto familiar. De manera menos formal, un guión se refiere al conocimiento respecto a la forma en que las cosas suceden habitualmente. Cada uno de nosotros, por ejemplo, posee un guión referente al restaurante, que representa la secuencia habitual de acontecimientos que tienen lugar al ir a cenar a un restaurante: entrar, sentarse, pedir la comida, comer, pagar y marcharse. Nuestro guión, como los guiones en general, no está ligado a ningún ejemplo concreto. Es más bien una representación *general* que puede aplicarse a todo tipo de restaurantes específicos.

Los niños también elaboran guiones. Más aún, la formación de los guiones referentes a un amplio campo de experiencias familiares podría ser uno de los logros más importantes del primer desarrollo cognoscitivo de la infancia (Nelson, 1996). Entre los guiones que se han estudiado tenemos: ir al restaurante, asistir al centro de preescolar, ir a una fiesta de cumpleaños, visitar un museo, cenar, hacer pastelillos, bañarse, e irse a la cama por la noche (Farrar y Goodman, 1990; Nelson, 1986). La tabla 9.3 muestra algunos ejemplos de guiones respecto a fiestas de cumpleaños, producidos como respuesta a la pregunta: ¿Qué sucede cuando hay una fiesta de cumpleaños? El número entre paréntesis indica la edad del niño. Como puede verse a través de los ejemplos, los guiones aumentan en cuanto a su globalidad y a su complejidad al crecer el niño.

Gran parte del interés sobre los guiones de los niños se ha referido a su influencia en la memoria. Los guiones son, en realidad, a la vez producto y proceso de la natu-

TABLA 9.3. *Ejemplos de guiones infantiles sobre las fiestas de cumpleaños*

Se hace una tarta y se come (3 años y un mes).

Bueno, tienes una tarta y un poco de helado y entonces un poco de cumpleaños (?) y entonces tienes algunos payasos y entonces tienes algún sombrero de papel, sombreros de animales y entonces cantas «Cumpleaños feliz», y entonces te dan algunos regalos y entonces juegas con ellos y eso es el final y entonces se van a casa y hacen lo que quieren (4 años y 9 meses).

Primero, hum..., te preparas para que vengan los niños, como colgar globos y preparar los platos de fiesta y hacer una tarta. Y entonces viene la gente a la que has invitado. Te dan regalos y entonces se come o lo que se haga. Entonces... hum... entonces abres los regalos. O puedes abrir los regalos cuando sea. Hum..., puedes... después de abrir los regalos, entonces probablemente es hora de irse a casa. Si estás en un parque o algo así, es hora de irse a casa, y se ha de llevar a todo el mundo en coche a su casa. Entonces tú también te vas a casa (6 años y 7 meses).

Bueno, primero abres el buzón y tienes muchas cartas. Entonces ves que hay una invitación. Lees la invitación. Entonces preguntas a tus padres si puedes ir. Entonces... hum..., vas a la fiesta, vas hasta allí, y después de que estás allí, generalmente has de esperar a que venga alguien más. Entonces, generalmente siempre quieren abrir uno de los regalos. A veces después hay tres juegos, entonces viene el pastel de cumpleaños, entonces abren los otros regalos y pueden abrirlos todos a la vez. Después quieren jugar más juegos y entonces quizá tus padres quieren recogerte. Y te vas a casa (8 años y 10 meses).

Fuente: De «Generalized Event Representations: Basic Building Blocks of Cognitive Development», de K. Nelson y J. Gruendel, 1981. En M. E. Lamb y A. L. Brown (eds.), *Advances in Developmental Psychology*, vol. 1 (p. 135). Hillsdale, NJ: Erlbaum. Copyright 1981 de Lawrence Erlbaum Associates. Impreso con permiso.

raleza constructiva del sistema de la memoria. Son producto en cuanto que reflejan la abstracción que hace el niño a partir de numerosas experiencias específicas de los rasgos esenciales generales de algún suceso familiar. Los guiones, como hemos recalorado, no son reproducciones de un episodio específico sino que son construcciones de lo que ocurre habitualmente. Una vez elaborados, los guiones influyen, sin embargo, en cómo se procesan y recuerdan las experiencias futuras (Davidson, 1996). Cuando se pide a los niños que narren historias basadas en guiones familiares, recuerdan mejor los acontecimientos esenciales y peor los detalles que son marginales respecto al guión (McCartney y Nelson, 1981). Las historias que mantienen la estructura de guiones familiares son generalmente mejor recordadas que las que transgreden un guión (Mandler, 1983), aunque a veces una desviación respecto a un guión esperado (por ejemplo, un gato que come encurtidos) puede ser tan curiosa que sea especialmente recordada (Davidson y Hoe, 1993). Los niños pueden incluso reorganizar los detalles en su memoria para hacer que la historia encaje en un guión. En un estudio, por ejemplo, se les contó a los niños una historia en la que la frase «los niños trajeron regalos» venía al final de una descripción de una fiesta de cumpleaños. Al contar ellos la historia, algunos niños cambiaron el tema de traer los regalos a una parte anterior de la historia, otros la reemplazaron por «los niños se llevaron regalos a casa (pequeños obsequios del homenajeado a sus invitados)», ciertamente una conclusión más natural para una fiesta de cumpleaños (Hudson y Nelson, 1983).

En general, los niños parecen especialmente sensibles al orden en que suceden los hechos, y aprenden nuevos guiones más fácilmente cuando los acontecimientos siguen una secuencia lógica natural o causal (Bauer, 1992; Boyer, Fivush, Kuebli y Clubb, 1992). Recuérdense nuestros comentarios anteriores de que los niños pueden aprender el orden de los acontecimientos por simples secuencias de acción.

Como con la memoria constructiva en general, la influencia de los guiones en la memoria es algo ambiguo. Un guión puede a veces llevar a distorsiones de la memoria, como cuando un acontecimiento inesperado se reconsidera para que encaje en un guión establecido. Además, los niños pequeños que están elaborando guiones pueden tener dificultades para separar lo habitual y lo nuevo, y pueden recordar los sucesos nuevos peor porque los mezclan con sucesos habituales del guión (Farrar y Goodman, 1990, 1992). En su mayor parte, sin embargo, los guiones —como el conocimiento en general— ayudan al proceso memorístico. Los guiones nos liberan de tener que prestar atención a lo trivial y previsible, y nos proporcionan el marco dentro del cual pueden entenderse y recordarse las experiencias nuevas.

Desarrollo en el contexto familiar. Cómo enseñan los padres a sus hijos a recordar



La memoria es, evidentemente, una capacidad cognoscitiva básica. La memoria existe desde el nacimiento, funciona aproximadamente igual en todos los bebés y niños, y sufre cambios previsible al evolucionar el niño. Además, la memoria —como los cambios en ella debidos al desarrollo— está íntimamente ligada al sistema cognoscitivo como un todo, tal como revela el estudio que hemos visto.

Decir que la memoria es básica no significa, sin embargo, que no esté sujeta a la influencia de la experiencia. Hemos visto que pocas veces hay una respuesta del tipo todo o nada a la cuestión referente a la herencia y el medio, y este principio se aplica también al desarrollo de la memoria. Las experiencias de los niños influyen en sus recuerdos desde muy pronto. En los últimos años ha habido un considerable interés en los efectos de un tipo específico de experiencia: la forma en que los padres hablan sobre hechos pasados con sus hijos pequeños (Fivush, 1993; Fivush y Kuebli, 1997; Hudson, 1990; Welch-Ross, 1997).

Los padres sí que hablan con sus hijos respecto al pasado. Las conversaciones sobre asuntos como visitas al médico, salidas de compras, y excursiones familiares son temas frecuentes en muchas casas. Además, diferentes padres hablan sobre temas del pasado de formas algo diferentes. La tabla 9.4 muestra los dos estilos de conversación de los padres que los investigadores han identificado. Hemos de tener en cuenta que estos estilos son realmente puntos extraídos de un *continuum*. Como sugiere el ejemplo, los padres de la categoría constructiva proporcionan una estructura narrativa más rica que los padres de la categoría repetitiva. No sólo proporcionan más información en su propia parte de la conversación sino que hacen esfuerzos más amplios y de mayor ayuda para elicitación de información del niño. También hablan con más frecuencia sobre el pasado que los padres repetitivos. El hijo de un padre constructivo tiene, pues, más oportunidades de ser un participante activo en conversaciones respecto al pasado, y también de tener éxito en sus esfuerzos por recordar. Un niño así recibe también modelos más generales y frecuentes de cómo recordar y hablar sobre experiencias pasadas.

Como cabría esperar, los hijos de padres constructivos se manejan mejor al intentar recordar acontecimientos pasados que los niños de padres repetitivos, no sólo en las conversaciones con sus propios padres sino también cuando son evaluados por un adulto independiente (Fivush, 1991; Nelson, 1993a). Las diferencias son evidentes no sólo en cuanto

TABLA 9.4. *Ejemplos de estilos de conversación constructiva y repetitiva entre padre (P) e hijo (H)*

Constructiva

- P: ¿Vimos algunos peces grandes? ¿Qué tipo de peces?
 H: Grandes, grandes, grandes.
 P: ¿Cómo se llaman esos peces?
 H: No sé.
 P: Sí que te acuerdas de cómo se llaman. Cómo los llamábamos. Los peces favoritos de Michael. Aquellos grandes y feos peces.
 H: Sííí.
 P: ¿De qué tipo eran?
 H: Um, ba...
 P: ¿Tiburón?
 H: Sí.
 P: ¿Te acuerdas de los tiburones?
 H: Sí.
 P: ¿Sí? ¿Qué más vimos en el tanque grande del acuario?
 H: No sé.
 P: ¿Te acuerdas de cuando entramos, te acuerdas de la primera vez en el acuario? Y miramos hacia abajo y había un grupo de aves en el agua. ¿Recuerdas qué aves eran?
 H: ¡Patos!
 P: ¡Nooo! No eran patos. Llevaban puestos trajes. Pingüinos. ¿Recuerdas lo que hacían los pingüinos?
 H: No sé.
 P: ¿No te acuerdas?
 H: No.
 P: ¿Recuerdas que saltaban desde las rocas y nadaban en el agua?
 H: Sí.
 P: Muy rápido. Los estuviste mirando mientras saltaban al agua.
 H: Sí.

Repetitiva

- P: ¿Te acuerdas de cómo fuimos a Florida?
 H: Sí.
 P: ¿Cómo fuimos? ¿Qué hicimos? ¿Te acuerdas?
 H: Sí.
 P: ¿Quieres sentarte en mis rodillas?
 H: No.
 P: Bueno. ¿Recuerdas cuándo fuimos a Florida? ¿Cómo fuimos? Fuimos en...?
 H: El mar.
 P: Bueno, sea el mar. Cuando fuimos a Florida fuimos hasta el mar, es cierto, pero ¿cómo llegamos hasta Florida? ¿Fuimos en nuestro coche?
 H: Sí.
 P: No, piénsalo. No creo que fuéramos en coche a Florida. ¿Cómo fuimos hasta allí, recuerda, cogimos un gran...? ¿Te acuerdas?

Fuente: De «Parental Styles of Talking About the Past», de E. Reese y R. Fivush, 1993. *Developmental Psychology*, 19, p. 606. Copyright 1993 por la American Psychological Association. Impreso con permiso.

a la cantidad de cosas recordadas sino también en el estilo del recuerdo, tendiendo el hijo de padres constructivos a aproximarse a un estilo narrativo similar al del adulto marcado con relaciones causales y temporales claras, e información contextual y orientadora (por ejemplo: «¿Te acuerdas de cuando...?»). En general, los niños que practican tales conversaciones con sus padres parecen aprender no sólo a recordar sino también cómo recordar, es decir, cómo organizar y comunicar sus recuerdos del pasado. También aprenden algo respecto al valor de tales recuerdos y sobre el valor de compartir los recuerdos con los demás.

Hoy en día la mayor parte de la investigación sobre la memoria temprana se ha centrado en familias norteamericanas. Existen datos interesantes, sin embargo, de que este aspecto de socialización temprana puede variar a través de las culturas. Se ha comentado que las culturas asiáticas ponen menos énfasis en el yo individual, y más en el papel del yo entre una red social más amplia que en las culturas occidentales (Markus y Kitayama, 1991). En apoyo de esta distinción, Mullen y Yi (1995) observaron que hablar sobre hechos pasados relativos al niño era tres veces más frecuente entre las madres americanas y sus hijos de tres años que entre las madres coreanas y sus hijos. Esta observación ayuda a explicar otro resultado del mismo programa de investigación: los adultos caucásicos hablan de recuerdos de infancia más tempranos que los adultos asiáticos (Mullen, 1994).

La base teórica para la mayoría de los trabajos sobre las contribuciones de los padres a la memoria ha sido la teoría de Vygotsky (1978). La influencia de los padres en qué y cómo recuerdan sus hijos es claramente compatible con el énfasis de Vygotsky sobre la base social del desarrollo del individuo. El cambio evolutivo en las interacciones padre-hijo que revela esta investigación es también compatible con la teoría de Vygotsky. Cuando los niños son muy pequeños, es el padre el que lleva el mayor peso en la conversación, dirigiéndola y extrayendo la información del niño. Al crecer, los niños asumen gradualmente un papel más activo e igualitario en los comentarios respecto al pasado.

Las conversaciones con los padres pueden abarcar una variedad de temas y alimentar recuerdos de muchos tipos diferentes. Tales conversaciones contribuyen, por ejemplo, al tipo de memoria de guión comentada en la sección anterior. También ha habido últimamente mucho interés por los efectos de la conversación de los padres sobre emociones en el desarrollo emocional del niño, un tema que tratamos en el capítulo 13. Aquí nos centramos en un hecho para el que se ha dicho que hablar de los recuerdos es especialmente importante: el desarrollo de la memoria autobiográfica. El término **recuerdo autobiográfico** se refiere a los recuerdos que son personales, específicos y de mucho tiempo, recuerdos que son parte de la propia historia, que tienen que ver con el *sí mismo*. Un niño que es capaz de contar las actividades habituales de la guardería está demostrando una memoria de guión. El niño que puede acordarse de cuándo vertió las pinturas o del día que ganó una gran carrera, está utilizando la memoria autobiográfica. Lo que un cierto número de teóricos han sugerido es que la memoria autobiográfica puede surgir en el contexto de conversaciones con los padres (Bauer, 1994; Fivush, Haden y Reese, 1996; Hudson, 1990; Nelson, 1993b; Welch-Ross, 1995). Estos contextos proporcionan un marco narrativo dentro del cual pueden ser elicitados y repetirse los recuerdos personales, y también la motivación —compartir con los demás— para recordar el pasado y hablar sobre él.

Esta propuesta es relevante respecto al problema de la **amnesia infantil**: la incapacidad común de recordar experiencias de los 2 o 3 primeros años de vida. El enigma de por qué no podemos recordar las experiencias muy tempranas viene intrigando desde hace tiempo a los teóricos, remontándose hasta la propuesta de Freud de que tal olvido proviene de la represión de deseos sexuales prohibidos. Desde entonces se han ofrecido unas cuantas explicaciones, y el tema sigue siendo el centro de una buena cantidad de debate

teórico (Howe y Courage, 1993). Los estudios sobre la memoria autobiográfica proporcionan otra posible solución al enigma. Una forma de describir la amnesia infantil es decir que no hay memoria autobiográfica para los acontecimientos de la infancia. Si el surgir de la memoria autobiográfica depende del hecho de compartir socialmente los recuerdos, su ausencia en el periodo correspondiente a la primera infancia, cuando aún no somos capaces de utilizar el lenguaje, se hace comprensible.

Recapitulación

Gran parte de los estudios sobre la memoria más allá de la primera infancia se han centrado en la memoria de evocación, que aumenta con la edad a través de la infancia. Se han ofrecido tres tipos de explicaciones para ese aumento de memoria. Una fuente importante es el desarrollo de estrategias mnemotécnicas, como la repetición y la organización. En general, la tendencia a utilizar estrategias, la complejidad de las estrategias utilizadas y la capacidad para utilizarlas mejoran con la edad. El énfasis en las estrategias refleja un tema importante de la aproximación al procesamiento de información: la existencia de límites en los recursos de procesamiento de información y la necesidad de desarrollar técnicas (como las estrategias mnemotécnicas) para superar esos límites.

Una segunda explicación acentúa la metamemoria infantil, que incluye el conocimiento sobre la memoria en general y sobre la propia memoria en particular. Ambos tipos de conocimiento aumentan con la edad. Aunque los intentos de relacionar la metamemoria con la actuación de la memoria no siempre han tenido éxito, pruebas recientes sugieren que el aumento en el conocimiento sí conduce a mejoras en la actuación. Los trabajos sobre la metamemoria reflejan otro tema referente a la aproximación al procesamiento de la información, la necesidad de un control ejecutivo para seleccionar y coordinar las actividades cognoscitivas.

Una tercera explicación acentúa los efectos del sistema general de conocimiento sobre la memoria. Los estudios sobre la memoria constructiva demuestran que ésta implica frecuentemente inferencias y construcciones que van más allá del input literal. Los niños mayores poseen también una mayor pericia específica respecto a un contenido que los niños más pequeños, y este factor también contribuye al aumento de la memoria. Finalmente, un aspecto del desarrollo cognoscitivo que parece estar relacionado de forma especialmente próxima con la memoria es la existencia de los guiones, o conocimiento de la estructura habitual de los acontecimientos que le son familiares al niño.

Solución de problemas

No es necesario leer un libro para saber que la capacidad de los niños para resolver problemas aumenta muchísimo a lo largo de la infancia. Las tareas que les presenta el sistema escolar, las formas en que los padres intentan razonar con sus hijos y controlarlos, las oportunidades y expectativas que presenta la sociedad, todo ello es bastante diferente para los chicos de 15 años de edad que para los de 5 años. Al igual que sucede con el estudio de la memoria, es un reto para el investigador el describir

de qué forma exactamente varían las capacidades de los niños, y explicar por qué se dan tales cambios.

En esta sección veremos tres elementos que contribuyen al proceso evolutivo. Comenzaremos con dos tipos generales de desarrollo que los investigadores de la corriente de procesamiento de información opinan que podrían explicar la mayoría del conocimiento de los niños: la formación de esquemas y la construcción de reglas. Veremos después un tema esencial en la teoría actual del procesamiento de información: la contribución de la memoria a la capacidad infantil de resolución de problemas.

EL DESARROLLO DE REGLAS

Robert Siegler (1978, 1981) ha propuesto que la mayoría del desarrollo cognoscitivo infantil puede caracterizarse en términos de la construcción de **reglas**. Las reglas son procedimientos para actuar sobre el entorno y resolver problemas. Toman la forma de enunciados del tipo «si... entonces». Si *A* es el caso, entonces haz *X*; si el caso es *B*, entonces haz *Y*; y así sucesivamente. Un ejemplo simple y conocido se refiere a las reglas de conducta ante los semáforos: si el semáforo está verde, pasa; si está en rojo, espera (;desdichadamente, las reglas referentes al semáforo en ámbar parecen ser más variables!).

Muchas situaciones requieren, naturalmente, más reflexión que este ejemplo de los semáforos, y son estas situaciones más complejas el objeto de estudio de la investigación de Siegler. La figura 9.6 presenta un ejemplo: un problema de balanzas diseñado originalmente por Inhelder y Piaget (1958) para estudiar el razonamiento de la operatividad formal. Se muestra al niño una balanza simple en la que diversos pesos pueden colocarse a diversas distancias del fulcro. La tarea consiste en predecir si la balanza se equilibrará o un lado u otro descenderán. El realizar bien esta tarea requiere que el niño se dé cuenta de que son importantes el peso y la distancia y que sepa cómo combinar los dos factores en los casos en conflicto. La investigación original de Piaget reveló que los niños de distintas edades daban respuestas bastante diferentes, que Piaget analizó en términos de estructuras lógicas de operaciones concretas y formales.

Siegler (1976, 1978) utilizó la misma tarea pero con diferente metodología y análisis. Comenzó por considerar cuidadosamente todas las distintas formas en que los niños podrían intentar resolver el problema de la balanza. Este tipo de análisis de la tarea es una característica metodológica del procesamiento de información (Kail y Bisanz, 1982). Basándose en su análisis de la tarea, Siegler identificó cuatro reglas que podrían utilizar los niños para resolver los problemas sobre la balanza.

En el nivel más simple, regla 1, el niño juzga que el lado con más pesos irá hacia abajo o que, si el número de pesos en cada platillo es igual, la balanza estará en









FIG. 9.6. Balanza usada en la investigación de Siegler. Los platos de metal se pueden poner en cualquiera de los ocho soportes.

equilibrio. El niño que utiliza la regla 2 juzga también únicamente en términos referentes al número de pesos cuando los pesos de cada platillo son diferentes; si los pesos son iguales, sin embargo, el niño que utiliza la regla 2 puede también tener en cuenta la distancia. El niño que utiliza la regla 3, por el contrario, considera siempre tanto el peso como la distancia y acierta siempre que uno o ambos sean iguales. Si los dos factores están en conflicto (es decir más peso en un lado, mayor distancia en el otro), el niño, sin embargo, no sabe resolverlo, y (en expresión de Siegler) «queda perplejo». Finalmente el niño que utiliza la regla 4 domina la regla relativa a la relación peso y distancia: la fuerza hacia abajo equivale a la suma de peso multiplicada por la distancia a partir del fulcro. El niño que utiliza la regla 4 puede en consecuencia resolver cualquier versión del problema.

El análisis de la tarea identifica posibles formas de responder, pero no nos dice si los niños utilizan estos métodos. El siguiente paso de Siegler, en consecuencia, fue comprobar la realidad psicológica de las reglas propuestas. Ideó seis tipos de problemas relativos a la balanza, pensados cuidadosamente para producir diferentes patrones de respuesta según las diferentes reglas. Tanto los tipos de problemas como las respuestas previsibles se muestran en la tabla 9.5.

Siegler presentó cinco versiones de cada tipo de problema (30 problemas, pues, en total) a niños de entre 5 y 17 años de edad. Un 90 % de los niños siguieron una de

TABLA 9.5. *Tipos de problemas y respuestas previstas en la tarea de la balanza de Siegler*

Problema tipo	Regla			
	I	II	III	IV
Balanza 	100	100	100	100
Peso 	100	100	100	100
Distancia 	0 (diría balanza)	100	100	100
Conflicto de pesos 	100	100	33 (probabilidad de respuesta)	100
Conflicto de distancia 	0 (diría «baja la derecha»)	0 (diría «baja la derecha»)	33 (probabilidad de respuesta)	100
Conflicto de balanza 	0 (diría «baja la derecha»)	0 (diría «baja la derecha»)	33 (probabilidad de respuesta)	100

Fuente: De «The Origins of Scientific Reasoning», de R. S. Siegler, 1978. En R. S. Siegler (ed.), *Children's Thinking: What Develops?* (p. 115), Hillsdale, NJ, Erlbaum. Copyright 1978 de Lawrence Erlbaum Associates. Impreso con permiso.

las cuatro reglas de forma coherente. Como se esperaba, la complejidad de la regla preferida aumentaba con la edad; la mayoría de los niños de cinco años utilizaron la regla 1, mientras que en los de 7 las reglas 3 y 4 fueron las más comunes. Finalmente, un resultado especialmente interesante fue que la realización adecuada de los problemas que implicaban conflicto disminuía realmente con la edad. Aunque la disminución con la edad era normalmente inesperada, este resultado encaja bien con las predicciones del análisis de las reglas. Como puede verse en la tabla 9.5, las reglas 1 y 2 primitivas desde el punto de vista del desarrollo producían una realización perfecta de estos problemas, mientras que la regla 3, más avanzada, produce sólo una realización fortuita.

Siegler y otros investigadores han aplicado esta metodología de evaluación de la regla a una gran variedad de tareas y capacidades relacionadas con ellas (Klahr y Robinson, 1981; Ravn y Gelman, 1984). La propia investigación de Siegler (1981) ha demostrado el valor de las reglas para explicar la actuación en una diversidad de problemas de Piaget además del de la balanza, por ejemplo, la conservación del número y la conservación de la cantidad continua. La explicación es, a buen seguro, similar en algunos aspectos a la de Piaget. En el caso de la conservación, por ejemplo, Siegler y Piaget coinciden en que los niños solucionan el problema por medio de la acción mental que combina lógicamente la información de las dos dimensiones relevantes (es decir, la altura y la amplitud en el caso de la cantidad). Hay, sin embargo, dos diferencias entre las explicaciones de Siegler y Piaget, diferencias que en general separan las teorías del procesamiento de información y de Piaget. Una se refiere a la especificidad y la posibilidad de evaluación. Las reglas están definidas de forma más precisa que las operaciones de Piaget, y la metodología de evaluación de las reglas proporciona un test más riguroso de la explicación propuesta que lo que es habitual en la investigación de Piaget. La segunda diferencia es teórica. Las operaciones son estructuras generales que se considera que determinan la actuación en una gran variedad de tareas, y la expectativa es, en consecuencia, que los niños serán bastante coherentes con su nivel de actuación. Las reglas pueden ser, sin embargo, de un campo específico, y no hay un supuesto de que la realización vaya a ser necesariamente coherente de una tarea a otra. Y Siegler encuentra, de hecho, que el mismo niño puede utilizar reglas de diferentes niveles en diferentes tareas.

Aunque tanto esta sección como la próxima utilizan ejemplos de Piaget, debemos recalcar que las aproximaciones consideradas no se han limitado en ningún caso a las tareas de Piaget. Siegler, por ejemplo, ha extendido recientemente su investigación al estudio de las habilidades escolares tales como la suma, la sustracción y la lectura. Veremos parte de este trabajo posteriormente.

LA CONTRIBUCIÓN DE LA MEMORIA A LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Ya hemos mencionado que algunos teóricos del procesamiento de información son denominados neo-piagetianos porque sus ideas están especialmente ligadas a las de Piaget. En esta sección estudiaremos una de estas teorías, la de Robbie Case (1985, 1992; Case y Okamoto, 1996).

Como Piaget, Case divide el desarrollo en distintos estadios, que, en muchos aspectos, son similares a los de Piaget. Una gran diferencia entre las dos aproxima-

ciones es el énfasis que Case pone en la memoria. En su teoría, todos los recursos para la resolución de problemas asequibles al niño están divididos en dos componentes: espacio operativo y espacio de almacenamiento a corto plazo.

El término **espacio operativo** se refiere a los recursos necesarios para llevar a cabo cualquier operación cognoscitiva empleada para el problema a resolver. En el caso de la tarea relativa a la balanza de Siegler, por ejemplo, un niño que utilice la regla 2 contaría primero el número de pesos a cada lado del fulcro. En el supuesto de que los pesos sean iguales, el niño contaría entonces el número de puntos de apoyo a partir del fulcro. Finalmente, el niño utilizaría esa información sobre el peso y la distancia para predecir qué lado se inclinará hacia abajo. Cada una de estas operaciones requeriría una cierta cantidad de espacio operativo. Obsérvese que el término *espacio* se utiliza algo metafóricamente, pues no hay referencia a un área física real en el cerebro. La referencia es, más bien, a cuánta energía mental asequible debe utilizarse para la actividad en cuestión.

La realización de operaciones es una parte de la resolución de problemas; recordar los resultados de esas operaciones es otra parte. La expresión **almacén a corto plazo** se refiere a los recursos que el niño necesita para almacenar los resultados de las operaciones previas mientras lleva a cabo nuevas operaciones. El niño que utilice la regla 2, por ejemplo, necesitaría recordar el objetivo global de la tarea y el resultado de cada operación precedente para ejecutar la secuencia descrita anteriormente. Sin esa memoria, hay pocas posibilidades de llegar a una solución con éxito.

Consideremos otro ejemplo. La figura 9.7 muestra una tarea de razonamiento proporcional. Los vasos oscuros contienen zumo de naranja, y los claros agua. Se pide al niño que imagine que los vasos de cada conjunto se vierten en un jarro y que juzgue qué mezcla tendrá más sabor a zumo, la del conjunto A o la del conjunto B. Una forma de resolver las versiones más difíciles de la tarea (como el problema *d*) es como

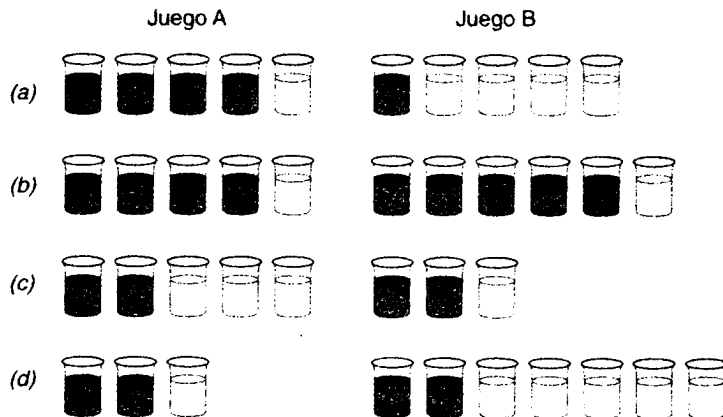


FIG. 9.7. Ejemplo de tarea sobre razonamiento proporcional. Los vasos oscuros contienen zumo de naranja, y los claros, agua. La tarea del niño en cada intento es determinar qué grupo, el A o el B, producirá una bebida con más sabor a zumo. De *Intellectual Development* (p. 184), por R. Case, 1985, Nueva York: Academic Press. Copyright 1985 de Academic Press. Adaptado con permiso.

sigue: contar el número de vasos de zumo de cada conjunto y observar la medida de la diferencia, contar el número de vasos de agua de cada conjunto y observar la medida de la diferencia, comparar los resultados de estas dos operaciones. Si es mayor la diferencia de zumo, decidir que el conjunto con más zumo tendrá más sabor. Si la diferencia de agua es mayor (como en el caso del ejemplo), decidir que el conjunto con más agua tendrá menos sabor. En consecuencia, para resolver la tarea, el niño debe realizar un cierto número de operaciones diferentes. Y ha de recordar los resultados de las operaciones.

Las tareas de la balanza y del zumo de naranja son únicamente dos de los muchos problemas cuya solución depende de la combinación de los resultados de diversas operaciones cognitivas. Esta combinación sólo es posible si el almacén a corto plazo es suficiente para guardar todos los resultados relevantes. En la teoría de Case, las limitaciones del almacén a corto plazo es uno de los principales determinantes de las dificultades de los niños pequeños para resolver problemas. Puesto que sólo pueden seguir la pista de unas pocas cosas a la vez, los niños pequeños pueden hacer sólo unas pocas cosas al mismo tiempo.

De acuerdo con esto, los avances en la resolución de problemas tienen lugar cuando se expande el almacén a corto plazo, y el niño puede comenzar a combinar operaciones que previamente podía realizar sólo de forma separada. En el caso del problema del zumo, por ejemplo, sólo a los 9 o 10 años tiene el niño suficiente espacio de almacenamiento para combinar todas las operaciones descritas en el párrafo precedente. En general, las progresiones por estadios en la teoría de Case se definen ampliamente en términos de nuevas combinaciones que son posibles por aumentos en la capacidad de almacén a corto plazo.

¿Por qué aumenta la capacidad de almacén a corto plazo? Hay dos explicaciones posibles. Una posibilidad, representada en la figura 9.8a, es que los recursos to-

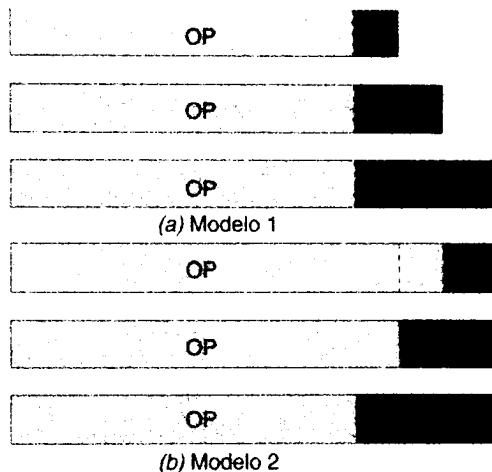


FIG. 9.8. Dos modelos para explicar aumentos en el desarrollo referentes al espacio del almacén a corto plazo. a) En el modelo 1, el total de recursos de procesamiento aumenta con la edad. b) En el modelo 2, los recursos de procesamiento se mantienen constantes pero disminuye el espacio operativo.

tales para la resolución de problemas aumentan con la edad. Al aumentar la totalidad de los recursos, también aumenta el espacio asequible para el almacén a corto plazo. Desde este punto de vista, los niños mayores simplemente tienen más recursos a mano. En consecuencia, no es sorprendente que puedan recordar más y hacer más.

Por plausible que pueda parecer este modelo, la investigación de Case le conduce a preferir una segunda posibilidad. Esta posibilidad, representada en la figura 9.8b, es que el crecimiento en la capacidad de almacén proviene de una disminución del espacio utilizado para realizar operaciones. Los recursos cognoscitivos deben dividirse siempre entre los dos componentes de almacén y operaciones: si se necesitan menos recursos de un componente, queda más disponible para el otro. En este segundo punto de vista, los cambios evolutivos en el almacén resultan del aumento de la eficiencia operativa. Al desarrollarse el niño, se convierte en más capaz de realizar operaciones cognoscitivas. En consecuencia, tiene más espacio libre para almacenar, y de ahí que puede hacer cada vez más cosas.

Aceptar esta segunda explicación lleva naturalmente a otra cuestión ¿por qué aumenta la eficacia operativa? Case propone dos elementos que contribuyen a ello. Uno es la práctica. Con la práctica, las actividades cognoscitivas de muchos tipos se convierten en más capaces y efectivas. En consecuencia, lo que en un tiempo necesitó esfuerzo y atención puede finalmente convertirse en automático y en rutinario (volveremos a esta noción, llamada *automatización*, en nuestro comentario sobre el cambio cognoscitivo). El segundo factor es la maduración biológica. Los niños se desarrollan siguiendo aproximadamente el mismo ritmo, y esta similitud sugiere una contribución biológica al desarrollo. Case observa que los grandes cambios en el desarrollo cerebral tienen lugar aproximadamente al mismo tiempo que las transiciones de uno a otro estadio identificados en sus teorías. Finalmente, investigaciones actuales indican que la velocidad en el procesamiento de información aumenta a un ritmo regular desde la infancia a la edad adulta (Kail, 1991, 1995; Miller y Vernon, 1997). Este aumento de la velocidad es tan coherente en las diversas tareas y muestras que parece tener su origen en la maduración.

La teoría de Case es uno de los esfuerzos más ambiciosos del procesamiento de información hasta la fecha, y no ha sido aceptada en todos sus aspectos (Keatin, 1996; Siegler, 1996b). Su afirmación más general, sin embargo, resulta generalmente aceptada: la memoria mejora con el desarrollo infantil, y la mejoría en la memoria contribuye a la mejora de los razonamientos y la resolución de problemas (Howe y Rabinowitz, 1990).

Recapitulación

Al igual que la memoria, la solución de problemas mejora muchísimo durante los años de la infancia. El desarrollo de reglas es otro elemento que contribuye al cambio evolutivo. La comprensión que tienen los niños de una diversidad de conceptos puede formularse en términos de reglas mentales que dirigen las respuestas. Las soluciones de problemas de balanzas, por ejemplo, siguen coherentemente una de las cuatro reglas generales, y la complejidad y adecuación de las reglas aumenta con la edad.

El espacio de almacén a corto plazo es un tercer elemento que contribuye a la resolución de problemas. Para solucionar muchos problemas se requiere la habilidad

de combinar resultados de un cierto número de operaciones cognoscitivas. Esto sólo es posible si el niño tiene suficiente espacio de almacenamiento para recordar resultados pasados mientras realiza nuevas operaciones. Los niños mayores tienen una capacidad de almacenamiento mayor que los más pequeños, y son así capaces de realizar formas más complejas de razonamiento y solución de problemas.

Habilidades escolares

Hasta ahora nuestros ejemplos sobre investigaciones relativas al procesamiento de información se habían extraído en gran parte de dos campos de contenidos: el desarrollo de la memoria y la comprensión de los conceptos de Piaget. Una de las capacidades de la teoría de procesamiento de información es, sin embargo, su posibilidad de aplicación a una gran variedad de temas. En esta sección comentaremos algunas investigaciones de esta teoría que tiene un claro interés teórico y aplicado: estudios dirigidos al desarrollo de las habilidades en las que se pone el acento en la escuela. Comenzaremos con la aritmética y pasaremos después a la lectura.

ARITMÉTICA

Supongamos que se nos pregunta cómo llegamos a la solución de un sencillo problema de sumas del tipo $4 + 2$, o $3 + 5$. La respuesta sería probablemente que simplemente lo sabemos, que hemos memorizado la respuesta a estos problemas con los que nos enfrentamos frecuentemente. Y probablemente es así, todos nosotros *hemos* memorizado un cierto número de hechos aritméticos. Pero ¿qué pasa con los niños pequeños que están simplemente comenzando a aprender matemáticas? ¿Cómo llegan a su respuesta?

Muchos programas de investigación actuales han examinado las estrategias que utilizan los niños para resolver problemas aritméticos (Ashcraft, 1990; Bisanz y LeFevre, 1990; Ginsburg, Klein y Starkey, 1988; Widaman *et al.*, 1992). Aquí nos centraremos en algunas investigaciones de Robert Siegler y sus colegas (Siegler y Jenkins, 1989; Siegler y Shipley, 1995; Siegler y Shrager, 1984). En la tabla 9.6 se muestran estrategias que pueden usar los niños pequeños para resolver problemas del tipo $3 + 5$. La estrategia de recuperación corresponde a la estrategia que se espera de los adultos: recuperar de la memoria una respuesta previamente memorizada. Otras estrategias posibles varían evidentemente en cuanto a su sofisticación y sus posibilidades de éxito.

¿Cómo podemos determinar qué estrategia está utilizando el niño? Siegler y sus colegas utilizan una diversidad de técnicas. Una posibilidad es simplemente observar a los niños mientras trabajan sobre esos problemas. Algunas estrategias (levantar los dedos, contar en voz alta) son manifiestas y en consecuencia directamente observables. Otra posibilidad es preguntar a los niños cómo han llegado a su solución. Aunque las informaciones verbales no son guías infalibles de los procesos mentales (ni en los niños ni en nadie), pueden proporcionar información útil. La tabla 9.7 presenta algunos ejemplos de las propias informaciones hechas por los niños sobre la utilización de las estrategias de mínimo esfuerzo, es decir, contar a partir del mayor de los sumandos.

TABLA 9.6. *Estrategias infantiles para resolver problemas simples de sumas*

<i>Estrategia</i>	<i>Uso habitual de estrategia para resolver 3+5</i>
Sumar	Levantar 3 dedos, levantar 5 dedos, contar los dedos diciendo «1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8».
Reconocer los dedos	Levantar 3 dedos, levantar 5 dedos, decir «8» sin contar.
Suma abreviada	Decir «1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8» quizá levantando simultáneamente un dedo con cada número que se cuenta.
Contar a partir del primer sumando	Decir «3, 4, 5, 6, 7, 8» o «4, 5, 6, 7, 8» quizá levantando simultáneamente un dedo con cada número que se cuenta.
Mínimo esfuerzo (contar a partir el sumando mayor)	Decir «5, 6, 7, 8» o «6, 7, 8» quizá levantando simultáneamente un dedo con cada número contado después del 5.
Recordar de memoria	Decir la respuesta y explicarlo diciendo «lo sabía».
Adivinarlo	Dar la respuesta y explicarlo diciendo «lo he adivinado».
Descomposición	Decir $3 + 5$ es como $4 + 4$, así que es 8.

Fuente: Adaptado de *How children Discover New Strategies* (p. 59), de R. S. Siegler y E. Jenkins. 1989. Hillsdale, NJ. Erlbaum. Copyright 1989 por Lawrence Erlbaum Associates. Adaptado con permiso.

Una tercera aproximación hace uso de la metodología esencial del procesamiento de información: la medición del tiempo de respuesta como una guía para procesar la solución. Un niño que utiliza la estrategia de contar a partir del primer sumando, por ejemplo, tardará más tiempo en resolver $3 + 7$ que en resolver $3 + 5$ mientras que un niño que utilice la estrategia del mínimo esfuerzo tardaría aproximadamente igual en resolver los dos problemas. El examen del tiempo de respuesta a través de una serie de problemas puede ayudar a especificar las estrategias que están siendo utilizadas.

Finalmente, Siegler ha sometido a comprobación su modelo completo relativo al conocimiento de los niños respecto a la suma (sólo una parte del cual se muestra en la tabla 9.6) con otro método básico del procesamiento de información: la simulación de ordenador. Su éxito al programar un ordenador, para que genere los tipos de patrones de respuesta que muestran los niños, sugiere que su teoría realmente ha identificado los procesos que dirigen la conducta.

Uno de los resultados más interesantes del programa de investigación de Siegler se refiere a la diversidad de las estrategias utilizadas por los niños. Podríamos haber supuesto que un niño en un punto determinado de su desarrollo utilizará un único método para resolver problemas sobre sumas. En realidad los niños emplean generalmente un cierto número de estrategias diferentes, intentando a veces una aproximación y a veces otra diferente.

La selección entre las estrategias no es fortuita sino que más bien son coordinadas de forma adaptada al problema al que se enfrentan. Pueden utilizar, por ejemplo, la estrategia de recuperación de la memoria para problemas sencillos y familiares pero volver a una estrategia de recuento más segura cuando se enfrentan a una tarea más compleja. En general parecen luchar por conseguir un equilibrio entre velocidad y exactitud, seleccionando la estrategia más rápida que es probable que proporcione una

TABLA 9.7. *Protocolos que ilustran la utilización por parte de los niños de la estrategia del mínimo esfuerzo para resolver problemas de sumas*

-
- Investigador (I): ¿Cuánto suman $6 + 3$?
- Lauren (L): (Pausa larga.) Nueve.
- I: Muy bien. ¿Cómo lo has sabido?
- L: Creo que dije... creo que dije... ups, hum... creo que dije... 8 era 1 y... hum... quiero decir 7 era 1, 8 era 2, 9 era 3.
- I: Muy bien.
- L: Seis y tres son nueve.
- I: ¿Cómo aprendiste a hacerlo así? ¿Por qué no has contado «1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9»? ¿Cómo has llegado a «6, 7, 8, 9»?
- L: Porque entonces tienes que contar todos los números.
- I: Bien, ¿cómo sabías que no tenías que contar todos los números?
- L: Bueno, no, bueno... no tengo que hacerlo si no quiero.
-
- Investigador (I): Bueno, Brittany, ¿cuánto son $2 + 5$?
- Brittany (B): $2 + 5$ (murmillos) —6, 7— son 7.
- I: ¿Cómo lo has sabido?
- B: (Con excitación.) No lo he contado.
- I: ¿No lo has contado?
- B: Sólo lo dije, sólo dije algo después del 6 —7— 6, 7.
- I: ¿Sí? ¿Por qué dijiste 6, 7?
- B: Porque quería ver cuánto era realmente.
- I: Bien, así que, tú —lo que— ¿no tuviste que contar en absoluto, no contaste 1, 2, 3, sólo dijiste 6, 7?
- B: Sí —respuesta inteligente.
-
- Investigador (I): Bueno, Christian, ¿cuánto suman $1 + 24$?
- Christian (C): ¿ $1 + 24$!?
- I: Sí.
- C: Humm... 25.
- I: ¿Cómo lo has sabido?
- C: Yo... conté de memoria.
- I: ¿Cómo contaste de memoria?
- C: ¿Qué números eran?
- I: $1 + 24$
- C: Hice... 1, 2, 3, 4, 5, si... hice $24 + 1$. Yo, bueno, intentaré que lo entiendas, ¿vale?
- I: De acuerdo.
- C: Hice $24 + 1$... (murmillo) 24... (murmillos) 25... Eso es lo que hice.
- I: Bueno, está bien, ¿por qué no has contado 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 y así hasta 24?
- C: Necesitaría demasiado tiempo... es una tontería.
-

Fuente: De *How children Discover New Strategies* (pp. 66, 80, 91), de R. S. Siegler y E. Jenkins, 1989. Hillsdale, NJ. Erlbaum. Copyright 1989 de Lawrence Erlbaum Associates. Impreso con permiso.

respuesta correcta. Con el desarrollo, se da una progresión previsible desde estrategias menos eficaces a otras más eficaces que culminan en la capacidad de recuperar respuestas de la memoria más que tener que calcularlas de nuevo. También con el desarrollo aumentan la velocidad y la exactitud. Estos aumentos provienen en parte del

surgimiento de estrategias más eficaces y en parte del aumento de la habilidad para ejecutar una estrategia concreta.

Aunque la variabilidad en el uso de estrategias es común, no es inevitable. En la sección anterior comentamos el uso que hacen los niños de las reglas (que son un tipo de estrategia) para resolver problemas como el de la balanza o de conservación. Vimos que hay poca variabilidad en tales tareas; más aún, los niños tienden a ser bastante consecuentes en la regla específica que usa. Siegler (1996a) sugiere que esta coherencia puede provenir al menos en parte del desconocimiento del problema. Puesto que el niño tiene experiencias limitadas con las balanzas o con las tareas de conservación, no ha tenido una oportunidad de probar una variedad de métodos diferentes. En consecuencia, construye una nueva estrategia en respuesta a las demandas de la tarea inmediata. Por lo contrario, enfrentarse con problemas de sumas es un experiencia común para cualquier niño que haya comenzado a ir a la escuela, y quizás resultan más comunes los intentos de aprender de memoria. En estos campos, sin embargo, el niño desarrolla y utiliza múltiples estrategias.

Esta constatación sugiere que habríamos de esperar encontrar variabilidad en las estrategias que el niño desarrolla para resolver otras tareas escolares también familiares. Y en realidad así es. Tanto la resta como la división, por ejemplo, se caracterizan por el uso de múltiples estrategias en vez de un método único y coherente (Siegler, 1996a). Así pasa, como veremos pronto, con la lectura.

Las conclusiones extraídas hasta este momento se basan en muestras de niños norteamericanos. Las investigaciones indican que en China los niños desarrollan estrategias similares cuando se encuentran en el proceso de dominar la aritmética (Geary, Fan y Bow-Thomas, 1992). Estos trabajos muestran también, sin embargo, que los niños chinos suelen ser más rápidos que los norteamericanos al ejecutar sus estrategias y que adoptan más rápidamente la estrategia óptima para una tarea específica, factores que contribuyen a que sus resultados matemáticos sean generalmente superiores. En el próximo capítulo volveremos al tema de las diferencias transculturales en los logros en matemáticas cuando vemos algunas de las experiencias escolares y familiares que podrían subyacer a tales diferencias.

Las investigaciones tienen implicaciones para la enseñanza de la aritmética. Quizá la implicación más general es que los profesores deben ser sensibles a las opiniones y estrategias que los niños aportan a la clase. Vimos en el capítulo 8 que aprender cosas respecto a los números es algo que empieza muy pronto en la vida y, en consecuencia, no es extraño que incluso los niños de primer grado tengan sus propias estrategias para resolver problemas aritméticos.

Los profesores habrían de tener en cuenta, además, que no todos los niños de primer curso tendrán las mismas estrategias, y que la enseñanza, en tanto sea posible, debería ajustarse al nivel de desarrollo individual de cada niño. Tal como Siegler (1988) observa, las estrategias de nivel más bajo, como contar con los dedos, no deben necesariamente ser rechazadas; es posible que los niños necesiten experimentar con las estrategias más simples para llegar a respuestas que pueden finalmente recuperar de la memoria. Recuérdesse que este mismo principio surgió en nuestro comentario sobre las implicaciones de los trabajos de Piaget sobre la educación: se ha de ser sensible a la secuencia natural de desarrollo y a la necesidad de que el conocimiento avanzado se construya sobre un nivel más bajo de comprensión.

LECTURA

La lectura es fuente de intenso placer para algunas personas y de duro esfuerzo para otras muchas. A pesar de los miles de horas de enseñanza escolar, muchos niños no desarrollan nunca una habilidad lectora satisfactoria. ¿Pueden las investigaciones ayudar a identificar los problemas y a sugerir soluciones?

La lectura, como una actividad cognoscitiva, está estrechamente unida, de hecho, a muchos de los procesos cognoscitivos comentados en este capítulo. Las estrategias, por ejemplo, son de nuevo algo importante. Las investigaciones de Siegler (1988) han mostrado que los niños desarrollan estrategias para identificar las palabras que son análogas a sus estrategias para sumar números. Utilizan la recuperación memorística, por ejemplo, para objetivos de los que están muy seguros y retroceden a estrategias más lentas basadas en el sonido cuando se enfrentan con palabras menos conocidas. Una vez más, se presentan también diferencias individuales, tendiendo a usar la memoria los buenos lectores más que los lectores deficientes. Las estrategias son también importantes cuando los niños van más allá de las palabras e intentan comprender el texto. El control de la comprensión es esencial para una lectura eficaz, es decir, la continua autoevaluación para estar seguro de que lo que se ha leído se ha comprendido, junto con el volver a leer y otros procedimientos de corrección cuando la comprensión falla. Los niños mayores comprenden mejor el control de la comprensión que los niños más pequeños, y los buenos lectores mejor que los lectores con dificultades (Garner, 1990). Controlar sus esfuerzos lectores puede ser la habilidad metacognoscitiva más importante que ejercitan muchas personas.

Los progresos comentados respecto a la representación y la resolución de problemas también desempeñan un papel en la lectura. La base de conocimiento es de nuevo importante. El conocimiento de una diversidad de tipos puede utilizarse en la tarea de la comprensión, y una vez más hay diferencias tanto evolutivas como individuales en la habilidad para utilizar el conocimiento existente para darle sentido a la información nueva (Siegler, 1991). El tipo de almacenamiento a corto plazo enfatizado en la teoría de Case (1985) es fundamental para la lectura; para entender incluso una sola frase, los lectores deben ser capaces de mantener en la memoria las primeras palabras que han leído al ir avanzando hacia las palabras posteriores de la frase. Las dificultades en la memoria a corto plazo contribuyen a los problemas de lectura (Siegel, 1993a).

El conocimiento fonológico

Hasta aquí nuestro enfoque ha sido sobre el objetivo final de la lectura: la comprensión del texto. Pero un cierto número de pasos más básicos del proceso deben ejecutarse antes de conseguir la comprensión: la percepción de las letras, la traducción de las letras a sonidos y la combinación de sonidos independientes en palabras. Aquí, también, las investigaciones han proporcionado una abundante información respecto a cómo tiene lugar la lectura y sobre las diferencias entre los buenos lectores y los que no lo son (Adams, 1990; Adams, Treiman y Pressley, 1998; Rack, Hulme y Snowling, 1993). Un hallazgo en concreto se destaca por su importancia respecto a las diferencias evolutivas e individuales, y que concierne al papel del conocimiento fonológico. El término **conocimiento fonológico** se refiere tanto a la capacidad general

TABLA 9.8. *Ejemplos de tareas utilizadas para comprobar el conocimiento fonológico en los niños*

¿Qué sonido viene...?

skwupt	antes de /t/
glet	antes de /l/
nigz	detrás de /g/
jeeld	detrás de /l/

Di las siguientes palabras sin significado sin el sonido ()...

Het(s)
(s)plem
me(v)z

¿Qué sonido se oye en...

f-l-e-ss
z-u-n
l-e-k-t

Fuente: De «What Is Phonological Awareness?», de C. McBride-Chang, 1995. *Journal of Educational Psychology*, 87, p. 191.

de darse cuenta de que las letras se corresponden con sonidos como a la realización específica de la traducción de las letras en sonidos. Se refiere, en resumen, a la habilidad de los niños de «abrir el código»: entender cómo los garabatos sobre el papel pueden representar los sonidos y las palabras de la lengua. La tabla 9.8 presenta ejemplos de elementos utilizados para comprobar este conocimiento en niños en edad escolar. Definido así, el conocimiento fonológico puede parecer fundamental para la lectura, y las investigaciones sugieren que así es (Siegel, 1993b; Wagner y McBride-Chang, 1996). Los déficit en la habilidad para la decodificación fonológica son uno de los elementos que más contribuyen a crear graves dificultades en la lectura. Y el comienzo precoz de un conocimiento fonológico es un buen predictor de la capacidad final de lectura. Además, la evaluación respecto al conocimiento fonológico en preescolar es un predictor de la capacidad lectora posterior mejor que la evaluación del CI (Goswami y Bryant, 1990).

Métodos para enseñar a leer

Los estudios sobre el conocimiento fonológico son relevantes para el debate existente desde hace tiempo entre dos aproximaciones a la enseñanza de la lectura: la aproximación fónica y la aproximación referente a las palabras como un todo. La aproximación **fónica** a la enseñanza de la lectura enfatiza las correspondencias entre letras y sonidos, y la construcción de palabras a partir de unidades individuales; la aproximación que se basa en las palabras como un todo enfatiza el aprendizaje y el recuerdo visual de las palabras completas sin trabajar los sonidos independientes. Tal como observa Siegler (1998) una razón de que el debate dure tanto tiempo es que no hay una única respuesta correcta a la pregunta respecto a cómo es mejor enseñar a leer. Ambos métodos funcionan bien con algunos niños y fracasan con otros, y un programa

completo de enseñanza de la lectura debe indudablemente incorporar aspectos de ambas aproximaciones. Sin embargo, muchos investigadores creen que los hallazgos provenientes de las investigaciones sobre la lectura indican una necesidad de un mayor énfasis en la fonética, que es lo que hoy día se hace en muchos sistemas escolares (Chall, 1983; Perfetti, 1991).

Nuestro empeño en la contribución de las capacidades básicas del procesamiento de información a la lectura no significa negar la importancia del contexto social dentro del cual el niño aprende a leer. El apoyo social que el niño recibe para leer es de hecho bastante importante. Además de la contribución obvia de la escuela, las experiencias en el hogar pueden alimentar el amor a la lectura, en algunos casos antes de que el niño conozca una letra. Uno de los mejores predictores de hallar placer en la lectura y poseer habilidad en ella es crecer en un hogar en el que se valoran los libros y los padres leen a sus hijos y con ellos (Baker *et al.*, 1994; McGee y Richgels, 1990).

Recapitulación

Los estudios sobre la aritmética indican que los niños desarrollan una diversidad de estrategias para resolver problemas aritméticos y que habitualmente utilizan varias estrategias y no sólo una. Al crecer hay un ascenso gradual de estrategias más eficaces (como el recordar de memoria) sobre otras menos efectivas.

Los estudios sobre la lectura indican que los procesos cognoscitivos básicos, que se destacan en la teoría del procesamiento de información, son importantes para la lectura. Las estrategias (tales como el control de la comprensión), el conocimiento general (como los esquemas de cuentos), y la memoria a corto plazo contribuyen a la comprensión de la lectura. También es importante el conocimiento fonológico, el darse cuenta de que las letras se corresponden con los sonidos y la capacidad de realizar traducciones específicas de letras a sonidos.

Cambio cognoscitivo

En el capítulo 8 hemos llegado a la conclusión de que Piaget no consiguió proporcionar una teoría totalmente detallada y satisfactoria del cambio cognoscitivo. Las mismas críticas se han hecho con frecuencia a los teóricos del procesamiento de información (Miller, 1993). La mayoría de las explicaciones de la teoría del procesamiento de información han tenido más éxito al especificar los diversos niveles o etapas de comprensión a través de las cuales se mueve el sistema cognoscitivo que en explicar la transición de una etapa a otra.

En esta sección veremos las explicaciones sobre el cambio cognoscitivo que han sido ofrecidas por la teoría de procesamiento de información hasta la fecha (Klahr, 1989, 1992; Miller, 1993; Siegler, 1989; Siegler y Jenkins, 1989; Siegler y Munakata, 1993). Comenzamos con algunos puntos generales sobre la teoría del procesamiento de información para explicar el cambio cognoscitivo. Después comentaremos diversos mecanismos específicos de cambio que han sido propuestos por los teóricos de esta tradición.

CUADRO 9.1. **Tema de actualidad.** *Utilizar las manos para leer la mente*

El cambio cognoscitivo es un proceso continuo que comienza en el momento en que el niño llega al mundo. Los niños —y en realidad cualquiera de nosotros— se adaptan continuamente a nuevos retos y forjan nuevas formas de comprensión. Para cualquier tipo específico de avance cognoscitivo hay, sin embargo, periodos especialmente sensibles para cambiar, fases transitorias durante las cuales los niños están preparados para sobrepasar límites pasados y beneficiarse de nuevas experiencias. Identificar estas fases transitorias es importante teóricamente, en términos de nuestro conocimiento de cómo sucede el cambio, y pragmáticamente, en términos de nuestra capacidad para ayudar al niño que está dispuesto a aprender.

Un programa reciente de investigación de Goldin-Meadow, Perry y colegas (Goldin-Meadow, Alibali, DeChurch, 1993; Goldin-Meadow, Wein, y Chang, 1992; Perry, Woolley e Ifcher, 1995) ofrece algunas muestras interesantes sobre un posible índice de disposición al cambio. La mayoría de las evaluaciones sobre el conocimiento de los niños se centran en una prueba basada en una única respuesta, generalmente juicios verbales en respuesta a alguna tarea. El grupo Goldin-Meadow también obtiene juicios verbales pero añaden a estas pruebas una grabación para observar los gestos espontáneos de los niños mientras intentan resolver el problema. Están específicamente interesados en lo que denominan mal emparejamiento gesto-habla, es decir, ejemplos en que la información facilitada por el gesto no encaja con lo expresado verbalmente. Son casos en que la boca dice una cosa y la mano otra.

Un conjunto de tareas utilizado para explorar esta falta de emparejamiento se extrajo de la obra de Piaget (Church y Goldin-Meadow, 1986). Los niños que participaban en el estudio respondieron a una serie de problemas de conservación, y sus gestos se grabaron además de sus juicios y explicaciones tipo. Muchos de los niños hacían realmente gestos al explicar sus respuestas —por ejemplo, ahuecar las manos al indicar la amplitud del recipiente en una tarea de cantidad continua—. En muchos casos, el gesto iba de acuerdo con el juicio verbal; pero en el caso de algunos niños no. Algunos de los que no conservaban, por ejemplo, se referían sólo a la altura del recipiente en sus explicaciones, pero simultáneamente señalaban la diferencia en amplitud con gestos. Más aún, un estudio educativo posterior reveló que estos niños «discordantes» eran los que probablemente se beneficiarían más de una preparación en la comprensión de la conservación. En consecuencia, la discordancia gesto-habla era un índice de disposición al cambio.

¿Por qué la discordancia gesto-habla predice el cambio? Goldin-Meadow *et al.* (1993) argumentan que esas discondancias son un reflejo directo de un conocimiento en estado de transición. Los niños que aún no están cerca del dominio de un concepto se contentan con una base sencilla y coherente para su respuesta; en las cosas altas cabe más, por ejemplo, en el caso de la conservación. Los niños en transición, más avanzados, sin embargo, han alcanzado el punto en que sostienen dos creencias en conflicto respecto al fenómeno, y ambas creencias aparecen en la respuesta a la tarea. En el caso de la conservación, los niños discordantes, en contraste con sus compañeros más sólidamente preoperatorios, han comenzado a notar que la amplitud es tan importante como la altura, y luchan por reconciliar estas bases que compiten al dar la respuesta. Como ambas dimensiones son de hecho importantes, el niño está más cerca de llegar a la respuesta correcta que el no conservador, más seguro de sí mismo y coherente.

Es importante observar que las demostraciones de la descoordinación gesto-habla no se limitan a las tareas de conservación. Una característica atractiva de la prueba como índice de disposición al cambio es que no está unida a ninguna tarea específica, o, por esta razón, a ninguna edad concreta. Entre los otros campos en que esta descoordinación ha demostrado predecir el cambio se cuenta el aprendizaje de palabras en los pe-

queños (Gershkoff-Stowe y Smith, 1991), el razonamiento aritmético en alumnos en edad escolar (Perry, Church y Goldin-Meadow, 1988), y la comprensión de la física en adultos (Perry y Elder, 1997).

Observamos que los investigadores han podido utilizar esta descoordinación para predecir qué niños se beneficiarían de una preparación dispuesta experimentalmente. Pero nos hemos de preguntar también si la prueba tiene alguna utilidad más general, es decir, ¿son estos indicios que los profesores y padres pueden detectar de forma natural y utilizar en sus interacciones con los niños? Aunque en la actualidad los datos son limitados, los resultados preliminares son prometedores (Alibali, Flevares y Goldin-Meadow, 1997; Goldin-Meadow *et al.*, 1992; Perry *et al.* (1995). Los adultos se han mostrado sensibles a la descoordinación en las evaluaciones del conocimiento en los niños, tras observar el habla y los gestos en sus predicciones de qué niños están preparados para dominar un concepto nuevo. El primer paso para ayudar a los niños a aprender es saber qué niños están preparados para hacerlo.

MÉTODOS DE ESTUDIO

Los investigadores del procesamiento de información han utilizado una diversidad de técnicas para estudiar el proceso del cambio. Aquí nos centramos en dos métodos sobre los que se ha puesto el acento en la investigación reciente: técnicas microgenéticas y la creación de simulaciones de ordenador que se automodifican.

Técnicas microgenéticas

Como hemos visto al presentar el método microgenético en el capítulo 3, un estudio microgenético empieza con la selección de una muestra de niños que se cree están en fase de transición del conocimiento que se estudia, es decir, próximos a cambiar a un nivel superior de comprensión. Los niños se observan mientras intentan resolver una variedad de problemas que prueban las habilidades que se estudian. Generalmente hay muchos de esos problemas en cada sesión experimental y varias sesiones en un período de semanas o meses. El objetivo es observar procesos de cambio mientras el cambio tiene lugar, algo que generalmente no es posible cuando se somete a prueba a los niños sólo una o dos veces.

Una analogía que Siegler (1966a) utiliza al contrastar técnicas microgenéticas con la aproximación habitual longitudinal es la diferencia entre un fotograma y una película. Con la investigación longitudinal conseguimos fotogramas —imágenes del sistema cognoscitivo en diferentes momentos—. Con la investigación microgenética obtenemos una película, un relato continuo del cambio en el tiempo.

Un ejemplo de estudio microgenético lo presentan algunos de los estudios sobre estrategias aritméticas comentados en la sección precedente. Siegler y Jenkins (1989) seleccionaron a 10 niños que aún no utilizaban la estrategia del mínimo esfuerzo (es decir, contar desde el sumando mayor) al resolver problemas aritméticos simples. Estos niños participaron en tres sesiones experimentales por semana a lo largo de un período de 11 semanas. Durante cada sesión intentaron resolver problemas de sumas; a lo largo de las sesiones hubo un aumento gradual de la complejidad de los problemas presentados. Se utilizaron grabaciones en vídeo y preguntas directas para inferir las estrategias que subyacen a las respuestas. Con este método, Siegler y Jenkins

podieron documentar el descubrimiento gradual de la estrategia del esfuerzo mínimo en siete de los ocho niños que estudiaron durante la totalidad de las 11 semanas. Debido a sus grabaciones intensivas, supieron cuándo y cómo apareció por primera vez la estrategia, además de qué la precedió y a qué condujo posteriormente. Los ejemplos de la tabla 9.7 incluyen la primera aparición de la estrategia en Brittany, uno de los niños.

Al discutir la solidez del método microgenético, Siegler (1996a) identificó cinco temas relacionados con el cambio cognoscitivo para los que las técnicas microgenéticas podían aportar datos valiosos. Estas técnicas pueden informarnos del camino del cambio cognoscitivo: las secuencias y niveles por los que los niños pasan al adquirir un nuevo conocimiento. Pueden proporcionarnos información sobre el ritmo de cambio: con qué velocidad o lentitud se dominan diferentes formas de conocimiento. Los descubrimientos microgenéticos informan de la cuestión de la amplitud del cambio: cuándo se adquiere una nueva competencia (como una estrategia aritmética específica), con qué amplitud o estrechez se aplica. Son relevantes al tema de la posible variabilidad del modelo de cambio: ¿siguen todos los niños el mismo camino al dominar un concepto nuevo? Como hemos visto, una conclusión importante de la investigación microgenética es que con frecuencia no es así; puede haber variaciones importantes en el camino hacia un mismo punto de destino. Finalmente los métodos microgenéticos pueden proporcionar información sobre las fuentes del cambio: las experiencias y procedimientos a través de los que se construye el nuevo conocimiento.

Simulaciones de ordenador automodificadas

Hemos descrito anteriormente en este capítulo la metodología de simulación por ordenador, la creación de programas de ordenador que intentan reproducir ciertos aspectos del conocimiento humano. Como vimos, estas simulaciones ofrecen un método eficaz para evaluar las teorías de los procesos subyacentes. Sin embargo, la mayoría de las simulaciones tienen la limitación de ser estáticas; como mucho nos dicen cómo es el sistema cognoscitivo en un punto dado del desarrollo. Un progreso relativamente reciente es la creación de programas que puedan realmente cambiar de un nivel de conocimiento a otro.

Como cabría esperar, estas simulaciones son difíciles de producir, y hoy en día su número es limitado. Muchos de los esfuerzos más interesantes están recogidos en un libro editado por Simon y Hallford (1995). Los programas de investigación resumidos varían en los supuestos teóricos subyacentes, en los lenguajes de ordenador en que están escritos, y en los aspectos del desarrollo cognoscitivo que estudian. Entre las formas de lenguaje incluido se cuenta la conservación, la transitividad, el razonamiento físico, la aritmética y el lenguaje.

Los programas también tienen varios elementos en común. Cada uno incluye un conjunto de reglas para modelar el nivel de comprensión del punto de partida de un niño que aún no domina el conocimiento, por ejemplo, un sistema de reglas que utiliza sólo la longitud de la fila cuando se juzga el número y en consecuencia fracasa en la tarea de conservación del número. Cada uno incluye también mecanismos para cambiar las reglas iniciales en respuesta a la experiencia, por ejemplo, la capacidad de aprovechar experiencias de contar y medir en el caso de la conservación y a partir de ahí construir reglas más complejas. Cada uno incluye pruebas en las que el programa

se expone a experiencias relevantes y se graban sus respuestas inmediatas y a más largo plazo. Finalmente cada uno señala algún éxito en la modelación de la adquisición de un conocimiento nuevo, es decir, en crear programas que modifican su propio sistema de reglas con la experiencia y en consecuencia cambia desde niveles de comprensión más bajos a más altos.

Es importante observar otra similitud entre los programas de investigación. Todos los investigadores que construyen simulaciones reconocen un punto básico: el éxito de una simulación no garantiza que la teoría que subyace a la simulación sea correcta. El hecho, por ejemplo, de que el programa de ordenador pueda aprender la conservación a través de experiencias específicas de contar y medir no significa que ésta sea la forma en que los niños aprenden a conservar. Los niños y los ordenadores pueden realizar la tarea en formas bastante diferentes. Más aún, diferentes niños pueden tomar distintos caminos para llegar al mismo punto. Una simulación adecuada identifica una forma en que puede producirse el aprendizaje, no necesariamente la forma. Aun así, especificar incluso una ruta posible es evidentemente un logro importante.

MECANISMOS DEL CAMBIO

Como se ha podido observar, los teóricos del procesamiento de información han propuesto un cierto número de mecanismos del cambio. Aquí consideraremos cuatro: codificación, automatización, construcción de estrategias y selección de estrategias. Veremos después una característica general que estos y otros mecanismos específicos tienen en común.

Siegler (1991) define la **codificación** como «la identificación de los rasgos más importantes de los objetos y acontecimientos y el uso de estos rasgos para formar representaciones internas» (p. 10). La codificación está pues relacionada con lo que habitualmente llamamos atención, pero tiene también algunas implicaciones más. Una de ellas es la idea de que el procesamiento de información es siempre activo más que pasivo, porque el niño presta atención sólo a algunos de los rasgos característicos del entorno y utiliza sólo algunos de ellos para llegar a un juicio. Otra es el énfasis en la forma en que el niño interpreta o representa la información codificada. Codificar implica no sólo prestar atención sino también formar una especie de representación de aquello a lo que se ha prestado atención, y es esta representación la que dirige la resolución posterior de problemas.

Consideremos ahora cómo puede aplicarse el concepto de codificación a la tarea de la balanza de Siegler. Recuérdese que el niño que utiliza la regla 1 basa sus juicios únicamente en el número de pesos. Siegler (1976) evaluó la codificación hecha por esos niños de la información relevante. Primero, permitió a los niños que observarían la organización de la balanza durante 10 segundos. Entonces la cubrió, puso otra delante, y pidió a los niños que reprodujeran la organización que acababan de ver. Se evaluó a los niños de 5 y 8 años que utilizaban la regla 1.

Siegler encontró que los niños de 5 años podían reproducir sólo los pesos y no las distancias, lo que demostraba que sólo habían codificado los pesos. También fracasaron en cuanto a sacar provecho de ejercicios de preparación en los que se les habían mostrado los resultados de diferentes configuraciones de pesos y distancias. Como observó Siegler, el fracaso en aprender a través de los ejercicios de preparación no es

sorprendente, dado que no codificaron la información fundamental. Los niños de 8 años, por el contrario, fueron capaces de codificar los pesos y las distancias, incluso aunque no habían utilizado la información sobre la distancia al hacer sus juicios. Debido a su sensibilidad ante ambas variables, los niños de 8 años pudieron sacar beneficio de la misma preparación que había sido ineficaz con los niños de 5 años.

Un segundo mecanismo es la **automatización**. Como se observó en el contexto de la teoría de Case (1985) sobre el papel de la memoria en la resolución de problemas, hay una progresión característica en el desarrollo de cualquier capacidad cognoscitiva. Al principio, la capacidad —debido a que es nueva— requiere considerable atención y esfuerzo, y quedan pocos recursos libres para cualquier otro tipo de proceso cognoscitivo. Con la práctica, sin embargo, la ejecución de la capacidad se hace cada vez más automática, se liberan recursos cognoscitivos, y se hacen posibles formas más avanzadas de resolución de problemas. La automatización es un mecanismo principal por medio del cual el sistema cognoscitivo supera las limitaciones inherentes a la cantidad de información que puede procesar.

Lo mismo puede decirse de un tercer mecanismo, la **construcción de estrategias**. Como la automatización, las estrategias sirven para superar las limitaciones de procesamiento, aumentando la eficacia con que se maneja la información. El niño que se da cuenta de la organización inherente a un conjunto de elementos, por ejemplo, puede que necesite recordar únicamente las categorías generales y no cada elemento individual. De forma similar, un niño que ha desarrollado la estrategia del mínimo esfuerzo para sumar números necesitará contar dos veces en vez de ocho al sumar 2 más 8.

Un mecanismo final íntimamente relacionado es la **selección de una estrategia**. Como hemos visto, los niños prueban frecuentemente una variedad de estrategias cuando están en el proceso de desarrollar una nueva forma de competencia. Hemos comentado ejemplos con respecto a la memoria y la aritmética y también se ha obtenido el mismo resultado para otros tipos de resolución de problemas (Ellis, 1997). Dada esta multiplicidad de métodos, una tarea importante para el desarrollo es seleccionar la estrategia o la combinación de estrategias que proporciona el sistema óptimo para solucionar el problema. Con el tiempo, estos sistemas relativamente efectivos se utilizarán más y más, mientras que las estrategias menos efectivas se descartarán gradualmente. En resumen, hay una supervivencia de lo más adecuado: las estrategias que funcionan son las que se mantienen.

Si el párrafo precedente recuerda la teoría de otra disciplina científica, diremos que la similitud es deliberada. Siegler (1996a) argumenta que el desarrollo cognoscitivo a través de la infancia es en muchos aspectos paralelo a la evolución biológica en la historia de una especie. Tanto en la evolución como en el desarrollo, el cambio se construye sobre una diversidad y variación iniciales. En el caso de la evolución, la diversidad está en la distribución de genes dentro de la especie en desarrollo; en el desarrollo radica en la variación de sistemas para resolver problemas (estrategias múltiples, diferentes codificaciones, etc.) que caracterizan la respuesta inicial a una tarea. Tanto en la evolución como en el desarrollo, la variación inicial va seguida de una selección basada en el éxito diferenciado: el éxito reproductivo en el caso de la evolución, el éxito en resolver problemas en el caso del desarrollo. Y en ambos, las variantes con éxito se conservan y se transmiten a la generación siguiente en la evolución de las especies, y a futuros esfuerzos para resolver problemas en el desarrollo

infantil. En el análisis de Siegler, el paralelismo entre biología y psicología no es sorprendente, pues proviene de unas tareas similares en ambas: producir cambios adaptativos a través del tiempo.

Recapitulación

Los investigadores del procesamiento de información utilizan una diversidad de métodos para estudiar el cambio cognoscitivo, dos de los cuales han sido especialmente importantes en las investigaciones actuales. Los estudios microgenéticos implican observaciones repetidas, generalmente en múltiples sesiones a lo largo de semanas o meses, de los esfuerzos por resolver los problemas de los niños. Este método ofrece la posibilidad de observar el cambio cuando éste tiene lugar. Las simulaciones por ordenador automodificables son programas de ordenador cuyo propósito es modelar el cambio de un nivel de comprensión a otro.

La codificación, la automatización y la construcción de estrategias y selección de estrategias son mecanismos que parecen ser importantes. Los avances evolutivos en la codificación hacen posibles los avances evolutivos en el razonamiento. Lo automatización libera recursos para otras actividades cognoscitivas. Lo construcción de estrategias puede ayudar a superar las limitaciones del sistema de procesamiento de información y la selección de estrategias asegura que se utilizan la mayoría de las estrategias efectivas. De la teoría de la evolución biológica puede extraerse un conjunto de principios generales que pueden unificar estos y otros mecanismos de cambio. El desarrollo cognoscitivo, como la evolución, implica la selección progresiva y la conservación de las variaciones adaptativas de entre una serie inicial de posibilidades.

Conclusión

Como vimos en el capítulo 8, las teorías de Piaget sobre el desarrollo cognoscitivo tiene unos 75 años, y provienen de los primeros estudios de Piaget en los años veinte. Como veremos en el capítulo 10, el método de los tests de inteligencia, la tercera de las tres perspectivas generales que estudiamos, es aún más antiguo.

El procesamiento de información es el método relativamente más nuevo para estudiar el desarrollo cognoscitivo. A pesar de su relativa juventud, ya ha conseguido algunos éxitos notables, como ha quedado claro en este capítulo. Sin embargo, incluso sus más firmes defensores aún consideran sus trabajos en período de progreso, ya fructífero pero con mucho por hacer aún. Con este espíritu, nos centramos en algunos de los retos en que aún se trabaja en línea de investigación. Comentaremos tres.

Uno se refiere al alcance. La investigación del procesamiento de información se ha ocupado de muchos aspectos diferentes del desarrollo infantil. Sus teorías han sido más limitadas. Hasta el presente, sus teóricos han tenido éxito al construir modelos precisos de aspectos específicos —pero en cierto modo limitados— del desarrollo infantil, lo que Klahr y Mac Whinney (1998) definen como «versiones de juguete» de los grandes campos de interés. Aún no hay teoría de procesamiento de información que rivalice con la teoría de Piaget en el alcance de los fenómenos que abarca.

Un segundo reto se refiere a la metáfora del ordenador que ha servido de guía a tantos trabajos en esta línea de investigación. Una diferencia obvia entre los humanos y los ordenadores concierne al contexto social para la conducta inteligente. Los humanos, al contrario que los ordenadores, interactúan constantemente con otros humanos, y estas interacciones son a la vez un contexto importante para ejercitar las capacidades cognoscitivas y una de las fuentes de esas capacidades. Las concepciones del procesamiento de información han comenzado, ciertamente, a tener influencia en el estudio del conocimiento y la conducta social; veremos varios ejemplos en los últimos capítulos del libro. Hemos visto en este capítulo que los investigadores comienzan a explorar las aportaciones sociales a las capacidades de procesamiento de información, recuérdese el trabajo sobre hablar de los recuerdos, por ejemplo. Sin embargo, el mundo social ha sido un tema relativamente descuidado por la mayoría de los investigadores del procesamiento de información.

Un reto final se refiere al tema con el que concluimos nuestro comentario: el cambio cognoscitivo. A pesar de la atención reciente a este tema, los teóricos del procesamiento de información aún se encuentran lejos de proporcionar una explicación completamente satisfactoria de cómo se realiza el cambio cognoscitivo. Por otra parte, han generado tanto modelos específicos de los procesos del cambio como métodos para evaluar los modelos. Evidentemente van en la dirección correcta.

RESUMEN VISUAL DEL CAPÍTULO 9
DESARROLLO DEL CONOCIMIENTO: APROXIMACIÓN DE PROCESAMIENTO
DE INFORMACIÓN

Naturaleza del procedimiento

La metáfora del diagrama de flujo.

Los teóricos del procesamiento de información emplean con frecuencia una metáfora de diagrama de flujo para describir el flujo de información a través del sistema cognoscitivo, especificando los procesos que tienen lugar entre el *input* del entorno y el *output* de respuesta.

La metáfora del ordenador.

El ordenador puede servir como una metáfora útil para comprender cómo funciona el conocimiento humano y puede también proporcionar un método para simular los procesos que subyacen al conocimiento y el cambio cognoscitivo.

Comparaciones con Piaget.

Las teorías del procesamiento de información se refieren al desarrollo cognoscitivo, su énfasis en las reglas y estructuras subyacentes y, en algunos casos, el uso de estadios para describir el desarrollo. La mayoría de los teóricos del procesamiento de información no subscriben, sin embargo, los estadios más amplios y generales de Piaget, y desarrollan en su lugar modelos específicos de un campo, que son más precisos, más completos y más comprobables.

Memoria en la infancia

Memoria de reconocimiento.

Los estudios de habituación y condicionamiento demuestran la memoria de reconocimiento en los recién nacidos, el darse cuenta de que un estímulo o un hecho perceptivamente presente se ha visto antes. Con el desarrollo, aumenta el ámbito de tiempo a través del cual el niño puede retener material, al igual que aumenta la cantidad y complejidad del material que puede recordar.

Memoria de evocación.

La memoria de evocación —la recuperación de un estímulo o hecho pasado incluso cuando no está presente perceptivamente— es más difícil de estudiar en la infancia. La investigación reciente sugiere que formas simples de evocación (p. ej., la capacidad de buscar objetos que han desaparecido, o imitaciones de modelos del pasado) puede surgir hacia el final del primer año.

La memoria en los niños mayores

El papel de las estrategias.

Una fuente de mejora es el desarrollo de estrategias mnemotécnicas, como la repetición y la organización. La tendencia a utilizar estrategias, su complejidad y la habilidad con que se utilizan aumentan con la edad. El énfasis en las estrategias refleja un tema importante en la investigación del procesamiento de información: la existencia de límites en los recursos del procesamiento de información y la necesidad de desarrollar técnicas que permitan superarlos.

El papel de la metamemoria.

La metamemoria incluye el conocimiento sobre la memoria en general y la propia memoria en particular. Este conocimiento aumenta con la edad y puede llevar a mejorar la utilización de la memoria. La investigación sobre la metamemoria refleja otro tema del método de procesamiento de información: la necesidad de un control de ejecución para seleccionar y coordinar las actividades cognoscitivas.

El papel del conocimiento.

La memoria en los niños mayores es más probable que implique inferencias y construcciones que van más allá del *input* literal (memoria constructiva) que en los más pequeños. Los mayores poseen también una mayor pericia de especificidad de contenidos, que contribuye a la mejora de la memoria. La creación de guiones, conocimiento referido a estructuras típicas de los hechos, también facilita la memoria. Se ha comprobado que las conversaciones con los padres influyen en el desarrollo de varias formas de memoria, que incluyen los guiones y la memoria autobiográfica.

Testimonio de niños testigo.

Los recuerdos de los niños son importantes en muchos contextos de la vida real, quizás principalmente cuando los niños ofrecen testimonio en casos de alegación de abusos o malos tratos. La investigación sobre este tema sugiere que se puede confiar en los recuerdos de los niños; también indica, sin embargo, que existe el peligro de la sugestionabilidad, sobre todo con los más pequeños.

Resolución de problemas

Desarrollo de reglas.

El desarrollo de reglas mentales que guían la respuesta es uno de los contribuyentes al cambio cognoscitivo. La resolución de problemas de balanzas, por ejemplo, sigue consecuentemente una de las cuatro reglas generales, y la complejidad y adecuación de las reglas aumentan con la edad.

Contribución de la memoria.

Los niños más mayores tienen mayor capacidad de almacenamiento, necesaria para recordar resultados pasados al realizar operaciones nuevas. En consecuencia son capaces de formas más complejas de razonamiento y resolución de problemas que los niños más pequeños. Este aumento en la capacidad de almacenamiento proviene de una mejora en la eficacia operativa, que a su vez proviene de la maduración biológica y de la práctica al ejecutar operaciones.

Capacidades escolares

Aritmética.

Los niños desarrollan una variedad de estrategias para resolver problemas aritméticos, y generalmente utilizan diversas estrategias en vez de una sola. Con el aumento en la edad hay una elevación gradual a estrategias más eficientes, como la repetición, sobre otras menos efectivas.

La lectura.

Los estudios en la capacidad lectora indican que los procesos cognoscitivos básicos, tema central de la teoría del procesamiento de información —estrategias, conocimiento general, y memoria de corto plazo— contribuyen todos ellos a la comprensión lectora. También es importante el conocimiento fonológico, darse cuenta de que las letras corresponden a sonidos, y la capacidad de realizar conexiones concretas letra-sonido.

Cambio cognoscitivo

Métodos de estudio.

Los estudios microgenéticos y las simulaciones por ordenador automodificantes son dos métodos de estudio que han sido especialmente importantes en la investigación reciente que estudia el cambio cognoscitivo. Los estudios microgenéticos ofrecen la posibilidad de observar el cambio en el momento en que tiene lugar, a través de observaciones, repetidas a los largo de semanas o meses, de los esfuerzos de los niños para resolver problemas. Las simulaciones por ordenador automodificantes son programas de ordenador cuyo propósito es modelar el cambio de un nivel de comprensión a otro.

Mecanismos de cambio.

La codificación, automatización, construcción de estrategias y selección de estrategias son mecanismos que parecen importantes para el cambio cognoscitivo. Los avances en el desarrollo de la codificación permiten los avances en el desarrollo del razonamiento. La automatización libera recursos para otras actividades cognoscitivas. La construcción de estrategias ayuda a superar las limitaciones del sistema de procesamiento de información, y la selección de estrategias asegura que se utilizan las estrategias más efectivas.