

PSICOLOGÍA COGNITIVA Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

LA REVOLUCIÓN COGNITIVA

La representación

Tipos de representación

Estructuras de conocimiento

LA PERSPECTIVA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Principios generales de la perspectiva del procesamiento de la información

El enfoque del procesamiento de la información y la explicación del desarrollo

Uso de estrategias cada vez más eficientes

Desarrollo y metacognición

Aumento de la base de conocimientos: llegar a convertirse en experto

PROPUESTAS METODOLÓGICAS DE LA PERSPECTIVA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

El análisis de tareas

La simulación y el uso de ordenadores

Estudios microgenéticos

Tipos de datos recogidos

MODELOS DE DESARROLLO DESDE EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Desarrollo y velocidad de procesamiento: el modelo de Kail

Desarrollo y estrategias: el modelo de Siegler

La teoría de la huella difusa

Desarrollo y sistemas de producciones automodificados: el modelo de Klahr

VALORACIÓN DE LA EXPLICACIÓN DEL DESARROLLO DE ACUERDO CON LA PERSPECTIVA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

PSICOLOGÍA COGNITIVA, PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN Y EDUCACIÓN

Ausubel y el aprendizaje significativo

Los esquemas de conocimiento

Las estrategias de aprendizaje

En este capítulo veremos la influencia que el cognitivismo y algunas corrientes teóricas a las que ha dado lugar ha tenido en la Psicología Evolutiva.

Comenzaremos el capítulo definiendo qué entendemos por cognitivismo, cuál fue el contexto histórico de su nacimiento (la denominada 'revolución cognitiva'). Enfatizamos como, en cierto sentido, su influencia ha sido tal que hoy en día no podemos negar el calificativo de 'cognitiva' a prácticamente ninguna corriente teórica aparecida después (e incluso a algunas aparecidas antes de la revolución cognitiva de los años 50).

Una vez establecido este marco general, nos centraremos en la corriente surgida de la revolución cognitiva que ha hecho más fortuna en Psicología Evolutiva (y, en general, dentro de toda la Psicología): el Procesamiento de la Información. Repasaremos sus principios fundamentales, sus diferentes versiones y, sobre todo, analizaremos con especial detalle algunos de los mecanismos que propone para dar cuenta del cambio evolutivo y de las aproximaciones metodológicas que se proponen para estudiar este cambio.

Finalizaremos el capítulo exponiendo con algo más de amplitud diferentes modelos de procesamiento de la información que ilustran cómo se articulan sus principios teóricos, cómo se aplican al estudio del cambio y qué evidencias consideran relevantes para contrastar esos principios.

La revolución cognitiva

Por psicología cognitiva entendemos aquel conjunto de perspectivas para el estudio del comportamiento humano que se centran en los aspectos no observables, mentales, que median entre el estímulo y la respuesta abierta.

Tradicionalmente (ya veremos hasta qué punto esto es exacto) se asocia el nacimiento de la psicología cognitiva a un contexto histórico concreto: la década de los 50, Estados Unidos y un movimiento de reacción frente a los corsés impuestos en psicología por el paradigma conductista y las teorías del aprendizaje.

Como vimos en el capítulo 4, el conductismo reducía como único objeto de estudio legítimo de la psicología los comportamientos directamente observables y los efectos que pudieran tener en ellos estímulos ambientales potencialmente manipulables por el investigador. Todo aquello que pudiera mediar entre estímulos y respuestas (la 'caja negra' conductista) o se consideraba simplemente un epifenómeno o se consideraba que tenía un efecto irrelevante sobre el comportamiento observable. Este sistema comenzó a experimentar graves anomalías empíricas y teóricas durante los años 40 y 50 que llevaron a un callejón sin salida a numerosas líneas de investigación: se plantearon problemas difíciles de asumir desde los presupuestos teóricos de partida. Numerosos investigadores se plantearon la necesidad de alejarse del estudio de asociaciones elementales entre estímulos y respuestas con especies inferiores para pasar a estudiar procesos centrales y formas superiores de conducta (razonamiento y

solución de problemas, lenguaje, imaginación, etc.), de estudiar de forma científica fenómenos mentales y volver a dar importancia a esa 'caja negra' ignorada durante décadas.

Así, el elemento central de la aproximación cognitiva al estudio del comportamiento humano es la creencia en las representaciones mentales como parte legítima del objeto de estudio de la psicología. El nivel de análisis de las representaciones sería un nivel separado, independiente y no reducible a otros niveles de análisis, ya sean científicos (como podrían ser el neurológico, el sociológico o el histórico) o legos (el nivel de análisis de la experiencia consciente o fenomenológico).

La descripción de estas representaciones (utilizando conceptos como esquemas, imágenes mentales, reglas, estrategias, etc.) y de la manera en la que se opera con ellas constituiría el objeto fundamental de análisis teórico desde esta perspectiva, proponiéndose verificar empíricamente tanto su existencia como aquello que se predica sobre ellas (su estructura, los procesos y transformaciones a las que se ven sometidas, las relaciones que se establecen entre representaciones o entre representaciones y comportamientos externos, etc). El nivel representacional sería así un elemento inexcusable a la hora de dar cuenta del comportamiento humano, ya sea este observable o no observable.

Este énfasis en las representaciones coincide, además, con una atenuación de la importancia atribuida a los afectos, a la cultura y la historia. Aunque se reconoce la presencia e influencia de estos factores, la perspectiva cognitiva se caracteriza por centrarse en la mente individual y sus procesos, intentando neutralizar y, en todo caso, dejando de lado los citados aspectos afectivos, sociales e históricos. Esta simplificación se supone que clarifica el estudio de la mente individual y facilita la investigación sobre ella (Gardner, 1985, p. 58 de la trad. cast.)

En este punto, nos podemos preguntar si este énfasis en las representaciones mentales y en el estudio de la mente aparece realmente en la década de los 50 en Estados Unidos o si en realidad encontramos otras líneas teóricas también cognitivas que se desarrollaron con anterioridad a la aparición del conductismo o incluso durante las décadas en las que este era el paradigma dominante.

Podemos tener en cuenta, por ejemplo, la tradición introspeccionista de finales del siglo XIX y principios del XX, tradición que inauguró la psicología como ciencia, tomaba como objeto de estudio los contenidos de la conciencia. Entre otras grandes diferencias introspeccionismo y psicología cognitiva, como pudiera ser la ruptura de la reducción de la mente y la representación a la conciencia (en la psicología cognitiva no todas las representaciones, estructuras y procesos mentales han de ser conscientes), una diferencia fundamental entre ambas perspectivas es que mientras en el introspeccionismo los contenidos mentales eran tratados como datos, obtenidos mediante el método de la introspección, en la psicología cognitiva, sin embargo, la mente ya no es dato, sino teoría: los datos serán los comportamientos abiertos, observables y replicables, que servirán de índices para avalar o no determinadas concepciones teóricas sobre los procesos y estructuras mentales que supuestamente los generan. En este sentido, aunque la aproximación conductista declinó, no lo hicieron en absoluto sus propuestas metodológicas (con la experimentación de laboratorio como

método privilegiado y la asunción de las propuestas positivistas), que fueron asumidas como propias por los psicólogos cognitivos estadounidenses.

Más interesante para la psicología evolutiva es el caso de Piaget. Como vimos en el capítulo anterior, Piaget elaboró ya en los años 20 del pasado siglo, cuando comenzaba la dominación conductista en Estados Unidos, un sistema teórico sólido y coherente que describía y explicaba la génesis de la inteligencia humana. Sin duda, su teoría es plenamente cognitiva, en el sentido que explica el comportamiento observable del niño y sus cambios a lo largo del desarrollo como una expresión de estructuras mentales subyacentes (no observables) que el propio niño construye. Sus unidades de análisis, el esquema y la operación, también son sin duda cognitivas. También la teoría de Piaget resalta la descripción y explicación del individuo y su aspecto racional, por encima de las relaciones entre individuos y los aspectos afectivos. Este carácter indudablemente cognitivo de sus propuestas fue uno de los factores que favoreció el éxito de su teoría cuando fue difundida en Estados Unidos a partir de los años 60.

Por ello, no podemos negar el carácter cognitivo de pleno derecho de la teoría de Piaget, quien mantuvo en pie (y con excelente salud) el estudio de las representaciones internas, no observables, y sus transformaciones a lo largo de décadas de un dominio conductista especialmente acentuado en la psicología anglosajona. Tampoco, con este criterio, podemos negar el calificativo de cognitivo a práctica totalidad de los enfoques contemporáneos que describiremos en los siguientes capítulos (por ejemplo, el modularismo o la teoría de la teoría serían ejemplos paradigmáticos), a pesar de las radicales diferencias epistemológicas, teóricas y metodológicas que encontramos entre todo este heterogéneo grupo de aproximaciones cognitivas.

Una vez aclarado este punto, hemos de decir que, evidentemente, no dedicaremos el capítulo a la psicología del desarrollo cognitiva en sentido amplio, sino una enfoque determinado, el procesamiento de la información. Es este el enfoque heredero directo de los efectos en la psicología de la 'revolución cognitiva' (así calificada por Gardner, 1985) que tuvo lugar en Estados Unidos a partir de la década de los 50. También es esta la aproximación cognitiva que quizá más investigación evolutiva ha generado durante las dos últimas décadas del pasado siglo.

Haciendo un poco de historia, el mismo Gardner (1985, pp. 32-29 de la trad. cast) identifica algunas líneas de investigación que convergieron en la aparición con fuerza de la aproximación cognitiva al estudio del ser humano. En psicología, la influencia de estas líneas de investigación se sumó a la crisis del paradigma conductista que ya hemos comentado. Entre otros, se mencionan:

- Los avances en la **informática y computación** (Turing, von Neumann, etc.) que permitieron la creación de máquinas programables, que seguían una serie de pasos predeterminados y eran capaces de tomar decisiones. Las implicaciones para el estudio del pensamiento humano fueron inmediatas, enfatizando el papel de, por ejemplo, los planes como elemento rector del comportamiento humano, de manera similar a cómo los programas regían las computadoras.

- Los avances en **cibernética**, impulsados por Wiener en las décadas de los 30 y 40 y sus estudios sobre la construcción de servomecanismos, dispositivos capaces de mantener el rumbo ajustándose a variaciones externas. Este tipo de mecanismos tenían objetivos y a través de procesos de retroalimentación, eran capaces de calcular la diferencia entre el estado actual y el objetivo y obrar para reducir esta diferencia.
- La **teoría de la información**, en la que destaca la figura de Shannon, quien concebía la información como una elección y reducción de alternativas, de forma independiente a los contenidos concretos. Su unidad básica de información, el bit, es la cantidad de información requerida para seleccionar un mensaje entre dos alternativas posibles.

Desde este punto de vista histórico (y también conceptual), tiene especial importancia el año 1956, ya que en él coincide la publicación de varios estudios científicos que marcarán el devenir de la naciente aproximación al estudio del comportamiento humano.

- *Three models for the description of language*, de Chomsky, en el que defiende un modelo de producción lingüística derivado de las propuestas de la teoría de la información de Shannon.
- *The logic of theory machine: a complex information processing system*, un estudio de Newell y Simon en el que programan una computadora para llevar a cabo la demostración de un teorema.
- *The magical number seven, plus or minus two*, un estudio en el que Miller sostiene que la capacidad de la memoria humana es limitada y la estima en siete unidades de información.
- *A study of thinking*, de Bruner, Goodnow y Austin, en el que abordaban el estudio de la categorización desde un punto de vista informacional y estratégico.

Los dos primeros, además, se presentaron en el mismo foro, un encuentro sobre teoría de la información en el MIT (Instituto de Tecnología de Massachusetts).

Si tuviéramos que escoger los conceptos sobre el que se construye la psicología cognitiva, sus cimientos, esos serían los conceptos de representación y de procesamiento. Desde este enfoque, los fenómenos cognitivos se describen y explican en términos de operaciones (procesamiento) que se realizan sobre representaciones mentales que se encuentran entre los estímulos y respuestas observables. Es decir, la perspectiva cognitiva asume que la información es recogida del medio, representada internamente y manipulada de manera que se puede transformar en representaciones que van más allá de esa información presente en el medio. La representación es, pues, uno de los conceptos fundamentales en la gran mayoría de enfoques cognitivos (salvo, contadísimas excepciones, como por ejemplo o, el reciente modelo de sistemas dinámicos de Thelen y Smith, 1998)

De esta manera, la determinación de los tipos de información que se representan, cómo se codifica esa información y qué tipo de manipulaciones podemos llevar a cabo con ellas (bien para generarlas, bien para manipularlas) se convierte en una de las cuestiones fundamentales de la psicología cognitiva

(entendiendo esta en sentido amplio). Veamos con un poco más de detalle esta cuestión

La representación

De acuerdo con Mandler (1998, pág 257) la representación es, en su sentido más simple, información almacenada por un sistema mental y dispuesta a para utilizada por ese sistema. Los términos representación y conocimiento, de acuerdo con esta autora, comparten gran parte de su significado, enfatizando quizá el término 'representación' más el formato concreto en el que se almacena el conocimiento. Aunque no todos comparten esta postura respecto a la relación entre conocimiento y representación (recordemos por ejemplo, la postura que cita Pozo (2001, p. 37) de Dienes y Perner, 1999, para quienes sólo existe conocimiento cuando tenemos una actitud proposicional respecto a la representación, es decir, cuando pudiéramos acceder de manera consciente a ellas), es la que adoptaremos a lo largo del capítulo.

De acuerdo con la definición, es obvio que, para que exista una representación ha haber aplicado sobre la información recogida un primer procesamiento, una transformación. A partir de aquí, la información representada y manipulada por el nuestro sistema cognitivo puede ser de muy diversa naturaleza:

- Puede ser de diferentes tipos o formatos. En este sentido, la psicología cognitiva parece haberse movido por medio de contraposiciones entre tipos de representación (o entre tipos de procesamiento), estableciendo diferencias entre lo proposicional y la imagen, lo declarativo y lo procedimental, lo implícito y lo explícito, etc.
- Las representaciones (el conocimiento) pueden presentar niveles dispares de abstracción y organización, desde unidades son pequeñas y elementales, muy ligadas a la entrada perceptiva (por ejemplo, la codificación de elementos perceptivos que ayudan a reconocer letras), hasta otras organizadas como totalidades y con un alto nivel de elaboración (por ejemplo, esquemas de conocimiento sobre una determinada situación, los conceptos, las estrategias para resolver un determinado problema, etc.)

Estas diferencias podrían reflejar, desde el punto de vista cognitivo clásico, como la mente trabaja (procesa) de diferentes maneras y como materiales diferentes en diferentes casos para lograr un rendimiento lo más sofisticado o elevado posible, lo más adaptado posible a las exigencias de la tarea.

Trataremos estos dos aspectos de la representación (los tipos de representación y la estructuración de las representaciones en entidades organizadas) a continuación.

Tipos de representación

Como hemos comentado, esta cuestión se ha abordado desde la psicología cognitiva como una serie de alternativas (o 'parejas de hecho', como las califica Pozo, 2001, p. 40). Entre estas alternativas tradicionales, de acuerdo a las

comentadas por el propio Pozo o a las que proponen autores como Mandler (1998, p. 265) o Brynes (1999, p. 274 y siguientes), comentaremos que nos darán pié para describir en términos generales el enfoque cognitivo en psicología. Son las siguientes:

- Conocimiento proposicional y conocimiento en imágenes
- Conocimiento procedimental y conocimiento declarativo
- Conocimiento explícito y conocimiento implícito

Somos conscientes de que estas alternativas no cierran el abanico de las que han sido propuestas desde la psicología cognitiva, aunque sí son las podríamos denominar más clásicas. De hecho, recientemente se ha propuesto una nueva dicotomía, que enfrenta a la representación simbólica con las representaciones no simbólicas (como, por ejemplo, el concepto de representación que se defiende desde el conexionismo). Estas posturas y otras también relativamente recientes (como las de Thelen y Smith, 1998, que defienden una posición abiertamente anti-representacional, dudando de la utilidad de este concepto para explicar el desarrollo) las dejaremos de lado en nuestra exposición por el momento, reservando su comentario para el capítulo dedicado a las nuevas perspectivas desde un punto de vista cognitivo (ver capítulo 8).

Representaciones proposicionales y representaciones en forma de imágenes mentales

Una de las primeras áreas de estudio (y también de discusión) entre los seguidores de la perspectiva cognitiva fue el formato y naturaleza de las representaciones con las que trabaja nuestra mente. En este sentido, dos de los primeros candidatos fueron las proposiciones y las imágenes mentales.

Las proposiciones han sido, tradicionalmente, el formato representacional 'por defecto' de nuestro sistema cognitivo. Las proposiciones son representaciones abstractas que reflejan conceptos y relaciones entre conceptos y, desde un punto de vista formal, se representan como redes con nodos (conceptos) y interrelacionados y organizados. Los defensores de las proposiciones argüían que, en último término toda la información con la que trabajaba nuestra mente era reductible a un conjunto de proposiciones de bajo nivel, muy simples, una especie de 'lenguaje de la mente' al que eran traducidos todos los *inputs* del sistema. Desde este punto de vista, se han elaborado modelos de organización de la información en nuestra memoria en forma de redes semánticas (ver Anderson, 2000; p. 148). Por ejemplo, el modelo TLC de Collins y Quillian (1969) o el ACT de Anderson (1983, 2000) serían buenos ejemplos en este sentido.

Desde este punto de vista, formatos representativos alternativos, como pudieran ser las imágenes mentales, eran consideradas un epifenómeno, con realidad fenomenológica pero sin estatus explicativo ni causal. Como comenta Denis (citado en Pozo, 2001),

Las imágenes pueden usarse como una forma de representar una relación espacial entre objetos, (pero) lo que se almacena en la memoria a largo plazo no es una imagen, sino una descripción proposicional de los objetos y sus relaciones' (Denis, 1991; citado en Pozo, 2001; p. 42).

Frente a esta postura 'de código único', se levantó otra que defendía la plausibilidad de las imágenes como código alternativo de representación mental. En este caso, lo que pretendían los defensores de las imágenes mentales no era desbancar a las representaciones proposicionales, sino reconocer, por su propio derecho y no reductibles a proposiciones, a las imágenes como un segundo formato de representación (ver, por ejemplo, Paivio, 1971). Las diferencias que permiten justificar la dualidad en los sistemas de representación son, entre otras, las siguientes (de Vega, 1984; p. 221)

- El sistema de imágenes tiene una similitud funcional y estructural con la percepción. Las imágenes serían una especie de réplicas de percepciones. Por el contrario, las representaciones proposicionales están más vinculadas a códigos lingüísticos.
- Las imágenes pueden ser procesadas en paralelo, mientras las proposiciones se han de procesar en serie. La dimensión temporal del lenguaje como representación mental es, obviamente, más saliente que en el caso de las imágenes.
- Las imágenes mentales tendrían un carácter dinámico, de modo que pueden modificarse o transformarse rápidamente. Las proposiciones, son, por el contrario (y desde el punto de vista de los defensores de la hipótesis dual) más rígidas.
- Las imágenes son especialmente adecuadas para el procesamiento de información concreta, con referentes sensibles, mientras que las proposiciones se adaptan mejor al procesamiento de información abstracta.

En gran medida, la postura que defiende la presencia de imágenes mentales como formato representacional no reductible a proposiciones toma su fuerza a partir de la utilidad práctica que han demostrado las imágenes en diversas tareas cotidianas y de laboratorio. Desde un punto de vista de su aplicación en la vida cotidiana, recordemos, por ejemplo, la conocida historia atribuida al griego Simónides, que sobrevivió al derrumbamiento del techo de una sala donde se celebraba una cena y pudo recordar con exactitud quién estaba presente en la cena evocando una imagen de ese momento. Desde este mismo punto de vista aplicado, las imágenes mentales se utilizan, por ejemplo, como técnica en la terapia de desensibilización sistemática de Wolpe o como parte de estrategias mnemotécnicas (recordemos el método de los lugares, por ejemplo) que han demostrado su eficacia para aumentar el rendimiento de nuestra memoria (ver, por ejemplo, Yesavage, 1983). Entre los numerosos estudios experimentales que parecen apoyar la hipótesis dual. Quizá los más clásicos son los llevados a cabo por Cooper y Shepard (por ejemplo, Cooper y Shepard, 1973), quienes comprobaron que el tiempo de respuesta en la identificación de un estímulo rotado correlacionaba con el ángulo de rotación, o los de Kosslyn con la inspección mental de imágenes de diferentes tamaños con la estimación de distancias dentro de una imagen mental (ver Kosslyn, 1980).

Conocimiento procedimental y conocimiento declarativo

La diferencia entre ambos tipos de representaciones se entra en la distinción entre el 'saber qué' y el 'saber cómo' (Anderson, 1983; 2000, p. 236). Mientras

las representaciones declarativas almacenan conocimientos descriptivos del mundo (saber qué), las procedimentales almacenan conocimientos respecto a secuencias de acciones, habilidades, etc. para actuar sobre el mundo.

El conocimiento procedimental, ya sea de carácter perceptivo o motor, es inaccesible a la conciencia y difícil (cuando no imposible) de ser representado por medio del lenguaje. Típicamente su aprendizaje es lento y se produce a partir del refuerzo de cadenas asociativas a partir del ensayo repetitivo, ensayos que producen mejoras progresivas. El conocimiento procedimental, por otra parte, tiende a estar ligado a determinado contexto de aprendizaje y, una vez adquirido, es difícil de desglosar en sus componentes o de transferir a situaciones muy diferentes de aquellas en las que fue adquirido. Es un conocimiento difícilmente explicitable, verbalizable.

Por lo que respecta al conocimiento declarativo, es, en principio, susceptible de ser representado en forma de proposiciones verbales o de imágenes mentales accesibles a la conciencia. Es un conocimiento descriptivo y factual que se refiere a objetos, personas y eventos. El conocimiento declarativo, a diferencia del procedimental, podemos aprenderlo (almacenarlo y reproducirlo) a partir de ser expuestos a él en un único ensayo y es comunicable verbalmente con facilidad.

En algunos casos el conocimiento declarativo puede ser un conocimiento de reglas, reglas que indican como proceder en determinada situación y que pueden ser generalizadas a situaciones nuevas, similares o diferentes a la situación original.

La distinción entre lo procedimental y lo declarativo no tiene relevancia sólo dentro de la psicología cognitiva estadounidense que nació en los años 50, sino que es una diferencia ya presente de alguna manera en el modelo de Piaget, aunque este marcaba la diferencia entre un conocimiento sensoriomotriz y un conocimiento conceptual.

Esta distinción también es clave a la hora de evaluar modelos recientes de desarrollo cognitivo como el conexionismo. Como veremos en el capítulo 8, la plausibilidad de los modelos conexionistas es muy diferente cuando se trata de modelar representaciones y procesos básicamente procedimentales (en los que el punto de vista conexionista se muestra muy prometedor) o representaciones y procesos declarativos (en los que su plausibilidad es mucho menor).

Conocimiento implícito y conocimiento explícito

A diferencia de las distinciones entre representaciones proposicionales y en forma de imágenes, o las representaciones procedimentales y declarativas, en las que la diferencia estriba en el formato y naturaleza misma de la representación, en la contraposición entre lo implícito y lo explícito la diferencia no es el formato, sino el grado de accesibilidad a la conciencia que tiene la información representada. Es una diferencia, como comenta Mandler (1998, p. 267), que tiene que ver con el tipo de procesamiento. Quizá por ello, esta distinción en numerosas ocasiones se encuentra en la literatura no como conocimiento explícito frente a conocimiento implícito, sino más bien como procesamiento explícito frente a procesamiento implícito.

La diferencia entre lo explícito y lo implícito estriba en la intervención en diferentes medidas de recursos atencionales y de la conciencia. El conocimiento implícito es poco elaborado conscientemente, requiere muy poca atención y básicamente es producto (e interviene en) de un procesamiento automático. A pesar de esa innacesibilidad a la conciencia, su intervención tiene efectos en el comportamiento efectivo. El fenómeno cognitivo típico utilizado para ilustrar estos procesos y representaciones implícitas es *priming* (primacia). Recordemos que en un paradigma de obtención del efecto de *priming*, la exposición previa a ciertos materiales o tareas relacionados semántica o físicamente con los materiales o tareas implicados en, por ejemplo, un experimento de recuerdo, mejora el rendimiento mnemónico o facilita cierto patrón de respuesta, aun cuando el sujeto no se da cuenta de ello. Por ejemplo, contestar a la pregunta '¿Pertenece la palabra lavadora a la categoría de los electrodomésticos?' es más rápido si inmediatamente antes de presentar la palabra '*lavadora*' se presenta otra de la misma categoría ('*nevera*', por ejemplo) y más lento si se presenta una de diferente categoría (por ejemplo, '*caballo*').

Por el contrario, el conocimiento explícito es accesible a la conciencia y requiere un procesamiento en el que interviene una atención consciente. Esta distinción entre lo implícito y lo explícito es paralela a la que establecieron autores como Shiffrin y Schneider (1977) o Hasher y Zacks (1979) entre procesos automático y procesos controlados. Según la propuesta de Hasher y Zacks, las diferencias entre ambos procesos (entendidos como extremos dentro de un continuo) serían las siguientes:

- Los procesos automáticos consumen cantidades mínimas de recursos (esfuerzo mental) y su ejecución no interfiere con procesos adicionales que se realicen simultáneamente. Su funcionamiento requiere poco control consciente y su ejecución mejora poco con la práctica adicional o con la retroalimentación de los resultados anteriores. En principio, este tipo de procesos varían relativamente poco en función de la inteligencia, motivación o nivel educativo alcanzado por la persona.
- En contraste, los procesos con esfuerzo, necesitan el control consciente de sus operaciones, necesitan una gran inversión de recursos cognitivos y por ello limitan nuestras posibilidades de ejecutar simultáneamente otros procesos que también demanden recursos. Si esto sucede, se pueden producir interferencias o incluso una sobrecarga del sistema que implique un desplome en el rendimiento en la tarea. El rendimiento en este tipo de procesos mejora con la práctica y se ve afectado por diferencias en variables como la inteligencia, la motivación o el nivel educativo alcanzado por la persona.

De acuerdo con las diferencias establecidas entre conocimiento procedimental y declarativo, Mandler (1998; p. 267) recuerda que, mientras el conocimiento procedimental es por definición implícito (no podemos procesarlo conscientemente, no mejora con la práctica), el conocimiento declarativo puede ser en determinados casos implícitos y en otros explícito.

Estructuras de conocimiento

Moviéndonos más allá la naturaleza de las representaciones mentales y los posibles formatos que las definen, algunas de las cuestiones de interés de la psicología cognitiva se centraron en aspectos más complejos de las representaciones, como son las estructuras en las que se organizaban dentro de nuestra memoria. En este sentido, nos gustaría comentar dos conceptos que han generado numerosas líneas de investigación ya clásicas en psicología cognitiva: el concepto de concepto y el de esquema.

Los conceptos

Los conceptos son estructuras representacionales complejas que nos permiten clasificar (y gracias a ello comprender) parcelas de la realidad que tienen cierto grado de similitud o pautas de correlación.

La concepción cognitiva moderna de los conceptos parte en gran medida de los trabajos de Eleanor Rosch.

Rosch (1978) criticó la visión tradicional aristotélica de la formación y naturaleza de los conceptos, que el conductista había ayudado a mantener. De acuerdo con esta visión, los conceptos serían entidades bien definidas, tanto por lo que hace referencia a los límites entre unos y otros (implicarían una serie de rasgos que unívocamente permiten clasificar un objeto u evento del mundo dentro de un concepto y otro) como por la homogeneidad interna (todos los eventos y objetos englobados en una misma entidad conceptual compartirían el mismo conjunto de criterios de inclusión en la categoría).

La visión de Rosch rompe con esta concepción tradicional al menos en dos aspectos:

- Desde un punto de vista que podríamos denominar 'horizontal', los límites de las categorías de un nivel de abstracción similar no están definidos de manera clara, sino difusa. De hecho, en algunas categorías es difícil (cuando no imposible en algunos casos, como demostró Wittgenstein con la categoría 'juego') encontrar ni siquiera un único atributo que compartan todos los ejemplares que engloban. En consecuencia, un mismo evento u objeto puede presentar criterios de inclusión en más de una categoría, con lo que lo definitorio de una cierta categoría es más una cuestión de parecido familiar, de ciertos rasgos que tienden a correlacionar, que de una asignación determinista y fija.

De esta manera, no todos los ejemplares dentro de una categoría presentan el mismo grado de 'tipicidad' como representantes de esa categoría. Una categoría se describiría mejor, más que a partir de una lista de rasgos que comparten todos sus miembros, a partir de ejemplares prototípicos, es decir, a partir de los ejemplares que condensa mayor número de características propias de su categoría y al que le faltan las propias de las otras categorías (por ejemplo, 'gorrión' tiene más probabilidades de ser el prototipo de la categoría 'pájaro' que 'avestruz' o 'pingüino'). Estos prototipos actuarían como punto de referencia de toda la categoría, de manera que evaluamos la

pertenencia o no de determinado objeto a determinada categoría comparando sus características con las del prototipo de esa categoría.

- Desde un punto de vista vertical, las categorías se estructuran jerárquicamente en función de su nivel de abstracción. Existirían unas categorías de nivel básico, que clasifican a los objetos del mundo de manera óptima y diferenciable. Categorías básicas serían, por ejemplo, 'silla', 'mesa' o 'armario'. Estas categorías básicas se agruparían en otras categorías más abstractas, llamadas supraordenadas. Por ejemplo, 'mueble' sería la categoría supraordenada que agruparía a las antes nombradas. También las categorías básicas se podrían dividir en otras más concretas, llamadas subcategorías (por ejemplo, 'silla Luis XV' o 'silla de comedor' o 'silla de oficina' podrían ser subcategorías).

Los esquemas

La noción de esquema como entidad mental es una de las que más fortuna ha hecho dentro de la psicología cognitiva.

Como vimos en el capítulo dedicado a Piaget, el concepto de esquema es uno de los fundamentales en su propuesta. Sin embargo, la noción de esquema de la psicología cognitiva norteamericana es muy diferente a los esquemas piagetianos. Recordemos que para Piaget un esquema es hay de común en aplicaciones diversas de la misma acción (interiorizada o externa), la estructura que dota de organización a la acción del sujeto. En cambio, para la psicología cognitiva norteamericana un esquema será una estructura de datos, una estructura de información residente en nuestra memoria que nos permite comprender ciertos eventos, objetos, episodios, etc. del mundo.

El origen del concepto de esquema, sin embargo, no debemos datarlo únicamente en Piaget. Barlett, el gran psicólogo inglés, hablaba ya en los años 20 y 30 de los esquemas como organizaciones activas de eventos en nuestra memoria, dentro de un enfoque de la memoria humana, muy novedoso en su tiempo y que aún hoy nos parece extremadamente moderno, que enfatizaba su carácter reconstructivo y muy dependiente del contexto en el que se recuerda.

Estos esquemas, tal y como se comenzaron a entender a partir de los años 60 y 70, son estructuras mentales que organizan y relacionan cierto conjunto de información sobre el mundo que contienen información relacionada y se activan en momentos específicos, guiando nuestro comportamiento. Su nivel de complejidad y abstracción es mucho mayor que el caso de las categorías, ya que en un esquema podemos poner en juego muchas de esas categorías y relaciones (causales, temporales, etc.) entre categorías. Mandler diferencia tres tipos de estructuras de conocimiento en forma de esquemas:

- **Esquemas de eventos (o guiones):** Es un conjunto de unidades de representación organizadas jerárquicamente que hacen referencia a un conocimiento generalizado acerca de determinado acontecimiento o secuencia de acontecimientos familiares (Mandler, 1984; p. 14). Por ejemplo, el esquema de evento típico es el guión del restaurante, descrito por Schank y Abelson (1977, p. 42 y siguientes), que haría referencia al conjunto de conocimientos sobre qué hacer y en qué secuencia para comer en un

restaurante. Podemos diferenciar en él diversas partes (como conseguir mesa, como pedir, como comer, como pagar), cada una de las cuales se compone a su vez de otras unidades. A diferencia de las categorías, la estructura jerárquica de los esquemas de eventos no implican relaciones de inclusión ('pagar' no es un ejemplo del guión del restaurante, sino una parte de él. Sin embargo, 'lobo' sí es un ejemplo de la categoría mamífero). Las conexiones entre las diferentes unidades de un esquema de eventos son temporales.

Generalmente los esquemas (estos y los siguientes) poseen una estructura en la que ciertas partes son 'obligatorias' o ocurren en cierto orden 'obligatorio', mientras otras son opcionales (pueden no ocurrir) o tomar valores no definidos (por ejemplo, en el restaurante hemos de pagar, pero podemos hacerlo con efectivo o con tarjeta).

- **Escenas:** En este caso, se trata de conocimiento organizado sobre lugares o escenas familiares. La organización del conocimiento también está jerárquicamente organizada (de hecho, ciertas escenas pueden ser parte de otras más amplias: por ejemplo, el conocimiento sobre lo que hay en una cocina puede ser un subconjunto de una escena global de una casa). Las relaciones entre los elementos, sin embargo, no son temporales, sino espaciales (Mandler, 1984; pp. 15-16).
- **Historias:** Mandler (1984; p. 18) entiende por esquemas de historias la estructura subyacente a las historias que permite formarnos expectativas y predecir lo que va a pasar en ellas. Estas predicciones son posibles gracias que las historias tienen una cierta 'gramática', unas reglas subyacentes que conocemos gracias a nuestra exposición repetida a ellas. En la figura 6.1 podemos observar la estructura típica de una historia según Mandler.

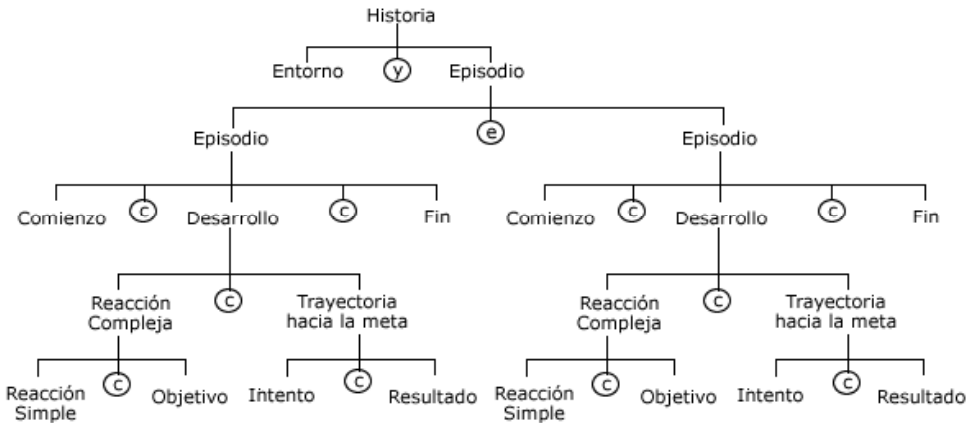


Figura 6.1. Estructura subyacente de una historia simple con dos episodios. Las relaciones de coordinación, temporales y causales se representan por 'y', 'e' (entonces) y 'c' respectivamente (adaptado de Mandler, 1984; p. 25)

La suposición de que los esquemas, en sus diversas formas, pueden construirse a partir de información social hace que este concepto sea una puerta de entrada al conocimiento social y, en cierta medida, a la cultura dentro del enfoque cognitivo, al menos si no respecto a la forma de funcionamiento, al propio contenido de las estructuras de conocimiento. Cultura entendida, eso sí, únicamente como un *input* informativo a partir del que los individuos elaboran, de forma totalmente individual, estructuras de conocimiento con las que abordar situaciones sociales e individuales, noción que, como veremos en el capítulo 9, es diferente a la que se mantiene desde lo que se ha denominado psicología cultural.

Esta línea, que vincula la psicología cognitiva básica con la psicología social, ha generado un fructífero abanico de temas de investigación, entre los que podemos destacar, por ejemplo, los estudios sobre la formación y efectos de esquemas de conocimiento social como son los estereotipos o las teorías implícitas (por ejemplo, en nuestro país Rodrigo, Rodríguez y Marrero, 1993 o Pozo y Scheuer, 1999).

A partir de estas y otras influencias, se fue forjando la perspectiva del procesamiento de la información como un enfoque privilegiado de aplicación de la ciencia cognitiva al estudio del comportamiento humano desde la psicología. Conozcamos cuáles son sus presupuestos básicos.

La perspectiva del procesamiento de la información

Si bien, como nos cuenta Bruner (1990a, p. 20 y siguientes de la trad. cast.), la revolución cognitiva nació del intento por liberarse de los corsés conductistas y estudiar aspectos psicológicos centrales, pronto ciertos enfoques de estudio se fortalecieron y capitalizaron prácticamente todo el impulso de esa revolución, convirtiéndose en paradigmas dominantes dentro de la psicología: entre ellos sin duda destaca la perspectiva del procesamiento de la información. Así, aunque en sentido estricto psicología cognitiva no es lo mismo que procesamiento de la información, desde cierto momento el procesamiento de la información acaparó tanta atención que ha llegado a dominar a la psicología cognitiva, inundándola con su lenguaje, hasta el punto que ciertos enfoques cognitivos que no comulgan del todo con los principios fundamentales del procesamiento de la información en sentido estricto, se consideran parte de una versión 'laxa' o 'blanda' de este, como veremos más adelante.

La perspectiva del procesamiento de la información no es una teoría unificada y coherente sobre el comportamiento humano, como puede ser, por ejemplo, la teoría de Piaget. Más bien, es una familia de teorías, conceptos y métodos con una gran diversidad interna, lo que dificulta llegar a una definición común en el que todos pudieran estar de acuerdo.

A pesar de ello, todas estas teorías y modelos teóricos (centrados muchas veces en aspectos muy concretos del comportamiento humano, lo que contribuye a su

aparente atomización) comparten una serie de características generales, de carácter conceptual y también metodológico, que nos permiten hablar de ellas como una perspectiva común de estudio. Tras describir estos principios, examinaremos como esta perspectiva, que en principio representa una aproximación estática, poco evolutiva, al ser humano ha dado cuenta del desarrollo.

Principios generales de la perspectiva del procesamiento de la información

A partir de las propuestas de autores como Klahr (1989, 1992) o Kail y Bisanz (1992), los principios que compartirían los modelos englobados dentro de esta perspectiva serían los siguientes:

1. *Los fenómenos cognitivos humanos son similares a los llevados a cabo por los ordenadores.*

Caracterizar el pensamiento humano en función de representaciones y procesos es muy similar a describirlo en función de cómo los ordenadores procesan información. De hecho, una de las características más definitorias del enfoque del procesamiento de la información es su inspiración en la informática y el ordenador a la hora de proponer y elaborar teorías y modelos. Es lo que se ha dado en llamar 'la metáfora del ordenador', usada ampliamente desde esta perspectiva.

Ambos sistemas, la cognición humana y el ordenador, son sistemas manipuladores de símbolos. Las similitudes son, entre otras:

- Ambos han de transformar la información procedente del entorno en símbolos inteligibles para el sistema (representaciones mentales en un caso, los bits en otro). Esta entrada y transformación de la información se realiza por medio de estructuras destinadas a ello (los dispositivos periféricos, en el caso del ordenador, los órganos de los sentidos en el caso del sistema humano).
- Ambos ejecutan operaciones sobre la información interpretada. Estas operaciones son realizadas por un procesador central en el caso del ordenador, en estructuras conceptuales propuestas a tal efecto (memoria de trabajo, por ejemplo) en el caso de los humanos. Las operaciones básicas realizadas por ambos sistemas (codificación, recuperación de memoria, almacenamiento en memoria, etc.) también pueden ser similares.
- Ambos emiten respuestas en función de estas operaciones a través de dispositivos destinados a tal efecto (ciertos dispositivos periféricos en el caso de los ordenadores, ciertos sistemas orgánicos, como por ejemplo el aparato motor, en el caso de los humanos)

El ordenador, desde esta perspectiva, puede jugar al menos un triple papel (Kail y Bisanz, 1992; pp. 250-251):

- Es una fuente de conceptos para representar importantes características del pensamiento humano.
- Es una fuente de hipótesis sobre el funcionamiento de la cognición humana
- Es, además, un medio para representar teorías sobre la cognición humana, especialmente por medio de programas de ordenador, y un soporte para verificarlas posteriormente.

Así, de igual manera que otros psicólogos usan lenguajes verbales, matemáticos o lógicos, algunos modelos de procesamiento de la información utilizan los lenguajes de programación para representar una teoría. Esta teoría, una vez implementada como programa en un ordenador, será plausible si consigue que el comportamiento del ordenador en la tarea objeto de atención sea indistinguible del que tendría un humano en esa misma tarea.

Sin embargo, a pesar del importante papel que el ordenador juega en la perspectiva del procesamiento de la información, es del todo incorrecto decir que desde esta perspectiva la mente se concibe como un ordenador o que los humanos y los ordenadores son similares. Como resalta el propio Klahr (1992; pp. 299-301), el ordenador es tan sólo una fuente de inspiración y un medio para representar y probar teorías, no un término de comparación literal. También los meteorólogos o los físicos utilizan el ordenador para simular y probar teorías, pero en ningún caso creen que la atmósfera o determinado fenómeno físico sea un ordenador. Por otra parte, determinada propuesta teórica en forma de programa de ordenador puede ser implementada en ordenadores con arquitecturas radicalmente diferentes.

Por ello, más que hablar de 'metáfora del ordenador', tomando el ordenador como una estructura física, desde el procesamiento de la información deberíamos hablar más de 'metáfora del programa de ordenador' como término de comparación más ajustado a cómo se supone que funciona la mente.

Por otra parte, también es remarcable como esta confianza en el ordenador como fuente de hipótesis y, en último término, como espacio en el que se prueba la teoría, marca diferencias entre los diferentes modelos de procesamiento de la información. En este sentido, se suele diferenciar entre modelos 'duros' y modelos 'blandos' (Kunh, 1992, pp. 240-241; Klahr, 1989, pp. 135):

- Los **modelos duros** pretenden describir las operaciones cognitivas que producen la ejecución reproduciéndolas en forma de programa de ordenador que simula el comportamiento humano. Así, el funcionamiento del programa y su parecido con la ejecución humana se convierte en una forma accesible de validar un modelo de este tipo. De acuerdo con estos modelos, se trata de describir de forma precisa y explícita todos los procesos y componentes del flujo de procesamiento.
- Los **modelos blandos**, aun asumiendo como propio el espíritu del enfoque del procesamiento de la información, no encorsetar sus modelos en forma de simulaciones de ordenador explícitas. Keil (1998) comenta que:

'En los modelos blandos, la mayoría de investigadores asumen que el pensamiento de los niños implica la manipulación de símbolos de acuerdo a unas reglas regulares. Asumen además que este sistema de reglas,

representaciones y restricciones en el procesamiento psicológico se automodifica y que el cambio evolutivo consiste en esta alteración' (Keil, 1998; p. 353, la traducción es nuestra).

Estos modelos blandos suelen describir el funcionamiento cognitivo de manera más genérica y quizá más comprensiva que los modelos duros, abordando problemas más cercanos al funcionamiento cotidiano y utilizando conceptos como el de esquema, el de estrategia, el de metacognición, etc. El precio pagado es una menor precisión en sus descripciones y explicaciones.

2. *Un número relativamente pequeño de procesos elementales subyace a toda la actividad cognitiva.*

La actividad cognitiva que media entre el estímulo y la respuesta se concibe como un flujo continuo susceptible de ser descompuesto en diferentes procesos, los que, a su vez, pueden también ser descompuestos en otros. Finalmente, tendríamos un pequeño conjunto de procesos básicos como componentes fundamentales de toda actividad cognitiva. Como comentan Newell y Simon,

'Uno de los principios fundamentales de la ciencia computacional es que un conjunto relativamente pequeño de procesos elementales basta para producir todo el procesamiento de la información' (Newell y Simon, 1972, p. 29)

Kuhn (1992; pp. 242-244) califica esta asunción como el nuevo reduccionismo propio del procesamiento de la información y que sustituye al antiguo reduccionismo conductista. Desde el conductismo, cualquier comportamiento, por complejo que fuera, se suponía que podría ser reducido a asociaciones entre estímulos y respuestas, ambos observables. En el procesamiento de la información, cualquier comportamiento, por complejo que sea, es susceptible de ser reducido a un pequeño conjunto de procesos básicos que operan secuencialmente o en paralelo en la mente del sujeto.

Por otra parte, el resultado de esta posibilidad de descomponer de manera recursiva la actividad cognitiva da lugar a teorías que analizan esta actividad deteniéndose en niveles diferentes en función del grado de precisión y molecularidad de los procesos que tienen en cuenta.

Aunque todavía no se ha llegado a un acuerdo ni sobre cuántos son estos procesos básicos que subyacen a la cognición humana ni, por supuesto, cuáles son, la voluntad y la puesta en marcha de estrategias metodológicas destinadas a identificarlos y elaborar modelos teóricos que los contemplen son importantes objetivos de la práctica totalidad de modelos de procesamiento de la información.

Por ejemplo, en el contexto de su teoría triárquica de la inteligencia (y, en concreto, de la subteoría individual), Sternberg (1986, 1990) identifica tres clases de componentes cognitivos, y, dentro de cada clase, recopila una serie de componentes individuales que darían cuenta del procesamiento de la información:

- En primer lugar, distingue los metacomponentes. Serían aquellos responsables de planificar, supervisar, tomar decisiones y mientras se realiza determinada tarea cognitiva y, finalmente, evaluar su ejecución. Es, desde el

punto de vista de Sternberg, el componente metacognitivo (del que hablaremos en próximos apartados dentro de este mismo capítulo).

- Los componentes de rendimiento son procesos de orden inferior a los metacomponentes, cuya función es (de acuerdo con las instrucciones de esos metacomponentes) ejecutar a tarea en cuestión de manera efectiva. Son los siguientes:

La codificación de los estímulos

La inferencia de relaciones entre estímulos

Las relaciones entre relaciones o *mapping* (proceso utilizado para descubrir relaciones de orden superior).

La aplicación de relaciones encontradas.

La comparación entre alternativas.

La justificación, por la que el individuo escoge una respuesta entre las que dispone para solucionar un problema.

- Los componentes de adquisición de conocimiento, que son mecanismos para transferir lo ya aprendido a contextos diferentes.

3. *Los procesos individuales operan de manera organizada*

Las operaciones elementales de un ordenador sólo son útiles cuando se combinan con otras operaciones para formar rutinas que, a su vez, pueden combinarse con otras rutinas para formar programas de alto nivel. Así, aunque el procesador del ordenador únicamente es capaz de realizar un pequeño conjunto de instrucciones simples pero a gran velocidad, su actividad continua y la organización de esas unidades en conjuntos más amplios es lo que permite llevar a cabo operaciones tan dispares como procesar textos o dibujar.

Este modelo de funcionamiento se asume similar al de la cognición humana: un objetivo fundamental es la comprensión de cómo los procesos fundamentales se combinan y organizan para producir rendimientos en diferentes tareas. Se asume que en los niveles más elevados de organización aparecen propiedades que son cualitativamente diferentes a las propiedades de las operaciones de menor nivel. En el caso del modelo de Sternberg (1990) anteriormente citado, existen ciertas relaciones jerárquicas entre unos componentes y otros y la ejecución en determinada tarea no dependerá tanto de la eficiencia individual de los componentes aislados, sino del modo y concierto en que estos se aplican.

Mientras el punto anterior instaba a la búsqueda descomposición de la actividad cognitiva compleja en componentes simples, una vez identificados se trata de determinar formas posibles de organización para dar cuenta del rendimiento complejo. De esta manera, un objetivo de la investigación prioritario desde el enfoque del procesamiento de la información es la determinación de los procesos específicos que intervienen en la resolución de determinada tarea, problema, o situación, y cómo se organizan esos procesos para producir determinado comportamiento, respuesta o rendimiento observable. En este caso, se suelen proponer teorías o modelos sobre la **arquitectura de la cognición**, que

explican el comportamiento del sistema cognitivo en determinadas tareas y son susceptibles de ser generalizados y probada su plausibilidad empírica en otras.

Un ejemplo de arquitectura cognitiva clásica, en un nivel macro de análisis, es el modelo de multialmacén de Atkinson y Shiffrin (1968). Estos autores diferencian tres estructuras funcionales que operan en concierto para dar cuenta del procesamiento de la información humana (ver Figura 6.2):

- **Registros sensoriales:** específicos para cada sentido y en los que la huella de los estímulos permanece durante únicamente unas décimas de segundo
- **Memoria a corto plazo:** estructura de capacidad limitada en la que la información sobre la que prestamos atención permanece un breve tiempo antes de ser reemplazada por otra, a no ser que la manipulemos activamente.
- **Memoria a largo plazo:** estructura de capacidad en principio ilimitada en la que se almacena información durante largos intervalos de tiempo.

Así, la información del ambiente externo captada por nuestro sentidos es captada por nuestros sentidos y almacenada por un breve tiempo en los registros sensoriales, de donde pasaría a la memoria a corto plazo. En este almacén es transformada y a partir de estas operaciones se genera una respuesta conductual. En caso necesario, podemos almacenar la información en el almacén a largo plazo y/o recuperar información de este almacén para que pueda ser procesada en la memoria a corto plazo.

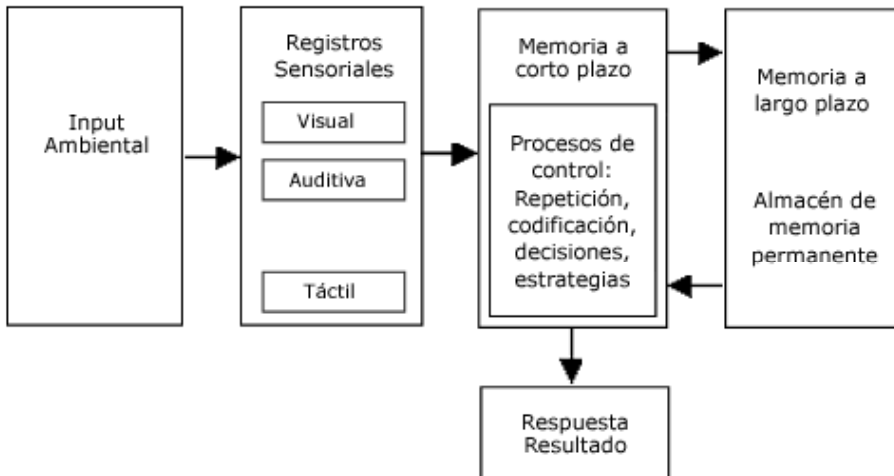


Figura 6.2. Modelo multialmacén de Atkinson y Shiffrin (adaptado de Vasta, Haith y Miller, 1999; p. 346)

Estos modelos iniciales han sido acusados dar una visión demasiado estática del sistema de procesamiento de la información humano. Así, se han ido incorporando al corpus teórico de esta perspectiva otro tipo de conceptos que enfatizan más el dinamismo y las operaciones mentales por una parte, y por otra

la complejidad del procesamiento necesario para resolver ciertas tareas. Dentro de estos conceptos destacamos dos: el de memoria de trabajo y el de funciones ejecutivas.

- El concepto de **memoria de trabajo** intenta recoger uno de los principales rasgos del funcionamiento de la memoria humana: la integración entre procesamiento y almacenamiento. Así, puede ser definida como la preservación mental de determinada información mientras al mismo tiempo se están ejecutando ciertas operaciones sobre esa información o sobre otra relacionada (Baddeley, 1986). Se distingue de otros conceptos relacionados (como por ejemplo el concepto de memoria a corto plazo) precisamente por ese énfasis en que la memoria no sólo ha de ser identificada con almacenamiento, sino también con el procesamiento que se ejecuta sobre la información almacenada. Su importancia es clave cuando se tiene en cuenta que, en mayor o menor medida, la memoria de trabajo parece intervenir y jugar un papel decisivo en un gran número de tareas cognitivas.
- Las funciones ejecutivas (o **procesos metacognitivos**) serían aquellos procesos implicados en la planificación y supervisión de el procesamiento cognitivo (Zelazo, Carter, Reznick y Frye, 1997). Se entienden como un conjunto de operaciones de alto nivel que secuencian y controlan las operaciones básicas y, a la vez, toman decisiones en los momentos de elección entre alternativas. Como la memoria de trabajo, la gran mayoría de tareas cognitivas cotidianas requieren el establecimiento de objetivos, la puesta en marcha y el seguimiento de las operaciones dispuestas para alcanzarlos y una verificación de estas operaciones y del cumplimiento del objetivo final, con lo que la importancia de estas funciones ejecutivas es evidente.

Como veremos, los cambios en estos componentes del sistema cognitivo pueden, desde un punto de vista evolutivo, ser los responsables de los cambios observados en el rendimiento de los niños a medida que se hacen mayores.

4. *El sistema procesador humano se supone que tiene limitaciones*

Una asunción ampliamente aceptada desde esta aproximación teórica es la de reconocer las limitaciones del sistema procesador de la información humano. Estas limitaciones pueden ser al menos de dos tipos (Flavell, Miller y Miller, 1993):

- El número de unidades de información a las que se puede atender o que pueden ser procesadas simultáneamente es limitado. Cuando un problema requiere trabajar simultáneamente con más información de la que puede ser procesada al mismo tiempo por el sistema, el fracaso es probable.
- Los procesos de codificación, comparación, recuperación, etc. (en general, cualquier proceso cognitivo) requieren tiempo para ejecutarse y habitualmente han hacerlo de manera secuencial. Por ello es posible sobrecargar el sistema (imponer demandas de procesamiento con unas tasas que excedan la capacidad del sistema para operar), lo que causaría el fracaso en la tarea.

Estas limitaciones normalmente vienen vinculadas con el concepto de recursos de procesamiento. Estos recursos se conciben como un conjunto genérico (es decir, susceptible de ser aplicado con independencia de los contenidos o la naturaleza de la tarea), la mayoría de veces indiferenciado y central, pero en cualquier caso limitado, de recursos que se destinan a las diferentes operaciones cognitivas y permite que se lleven a cabo (Bjorklund y Harnishfeger, 1990; p. 48).

En este sentido, no todas las tareas consumen igual cantidad de recursos cognitivos. Para explicar este consumo diferencial, parece especialmente útil la distinción ya clásica de Hasher y Zacks (1979) o Shiffrin y Schneider (1977) entre procesos automáticos y procesos con esfuerzo (o controlados). Esta distinción hace referencia a lo siguiente:

- Las diferentes tareas que puede llevar a cabo el sistema cognitivo humano implican procesos mentales que demandan recursos de procesamiento variables. En función de los recursos que consuman esos procesos, las tareas pueden ser ordenadas en un continuo en cuyos extremos se encontrarían las tareas con esfuerzo (demandan gran cantidad de recursos cognitivos) y las automáticas (demandan pocos recursos cognitivos).
- Los recursos del sistema cognitivo humano, como hemos visto, tienen un límite, y este límite interactúa con las demandas de la tarea. Es decir, una tarea que exige muchos recursos deja menos disponibles para otras tareas, mientras que aquellas tareas que gastan pocos recursos pueden realizarse incluso simultáneamente.

Una de las diferencias entre ambos tipos de tarea es su susceptibilidad a la mejora con la práctica: mientras el rendimiento en tareas que requieren esfuerzo mejora con la práctica, los ensayos adicionales no parecen afectar al rendimiento en tareas automáticas. En este sentido, una tarea no implica el mismo consumo de recursos cognitivos cada vez que se ejecuta: a partir de la práctica, y por un proceso de automatización, una misma tarea puede pasar de implicar más esfuerzo las primeras veces a ser realizada de forma cada vez más automática cuando se ha ejecutado en numerosas ocasiones.

Como veremos, al la hora de explicar el desarrollo, en ocasiones se ha aludido a este tipo de procesos como elemento explicativo de la diferencia de rendimientos cognitivos entre niños y adultos o entre niños de diferentes edades, es decir, como mecanismo que explica el desarrollo.

El enfoque del procesamiento de la información y la explicación del desarrollo

Los modelos clásicos de procesamiento de la información (como, por ejemplo, el descrito anteriormente de Atkinson y Shiffrin) son básicamente agénéticos y no tienen una preocupación especial por el cambio de carácter evolutivo. Más bien, su objetivo es describir y explicar el funcionamiento del sistema cognitivo humano en determinado momento o ante una tarea concreta.

Ello es comprensible si atendemos a su origen, que, como hemos visto, se sitúa en el ámbito de la psicología básica y no en la psicología evolutiva. En consecuencia, estos modelos por los únicos cambios que se preocupan son por los que tienen lugar en el sistema procesador de la información desde que esta la información es captada por el organismo hasta la producción de una respuesta. Estos cambios, aun tomados en conjunto, tienen una duración temporal tan reducida (muchas veces segundos o incluso milisegundos) que en absoluto pueden calificarse como 'evolutivos'. Por otra parte, desde estos modelos clásicos la cuestión del origen de estos mecanismos procesadores, o de las transformaciones que pudieran sufrir a lo largo de la ontogénesis, está básicamente ausente.

Sin embargo, tras estos primeros modelos sí surgieron investigadores que se propusieron aplicar las concepciones teóricas del procesamiento de la información al estudio evolutivo del ser humano, embarcándose en la descripción de cómo un sistema procesador de información puede cambiar a lo largo del tiempo para dar cuenta de los patrones de rendimiento observado.

Una premisa básica a la hora de explicar el cambio evolutivo desde esta perspectiva es la concepción de ese cambio como fundamentalmente un proceso de automodificación del propio sistema. De esta manera, el foco de atención de los modelos de procesamiento de la información se sitúa más en los factores internos al propio sistema como disparadores del cambio más que en los externos o ambientales. El ambiente únicamente importa en función de ser una fuente de estímulos (de información) con la que trabaja nuestro sistema cognitivo, pero no como un factor causal del cambio evolutivo: en último término es el sistema de procesamiento de la información debe codificar, almacenar, ordenar y procesar esa información procedente del entorno (Klahr, 1989; p. 137 y siguientes).

Por otra parte, y en coherencia con la diversidad de modelos de la que ya hemos hablado, se han descrito diversos mecanismos que podrían dar cuenta del desarrollo cognitivo desde esta perspectiva.

Todos ellos tienen en común un rasgo característico: son mecanismos que permiten al niño reducir el alcance de las limitaciones que son inherentes, como hemos visto, al funcionamiento del sistema cognitivo humano.

Estos mecanismos se pueden clasificar, según Flavell, Miller y Miller (1993), en dos grandes grupos:

- Cambios estructurales: implican un cambio en parámetros del sistema de manera que las limitaciones en el procesamiento de la información son menores.
- Cambios funcionales: en este caso, el sistema estructuralmente sería idéntico y lo que cambiaría sería la eficiencia con la que el niño de unas edades y de otras puede emplear los recursos de los que dispone.

Dentro del primer grupo, los mecanismos explicativos del cambio evolutivo más aludidos son el aumento del almacén de memoria a corto plazo y el aumento en la velocidad de procesamiento.

Respecto al primero de ellos, tradicionalmente se ha tomado como indicio del tamaño (o amplitud) almacén de memoria a corto plazo la cantidad de ítems que

una persona es capaz de repetir correctamente en una tarea de recuerdo inmediato. Es bien conocido como a lo largo de la infancia se produce un incremento en el número de ítems que los niños son capaces de recordar (Scardamalia, 1977; Dempster, 1981). Sin embargo, este hallazgo podría ser debido no a un aumento del espacio de memoria, sino a un uso más efectivo de procedimientos de recuerdo: por ejemplo, a la utilización de estrategias mnemónicas más eficientes en niños más mayores.

Como hemos visto en el capítulo anterior, este mismo mecanismo (aumento de la capacidad de memoria) ha sido utilizado por Pascual-Leone para dar cuenta del desarrollo cognitivo: un factor fundamental que lo facilita es el aumento del espacio M de memoria operativa que permitirá al niño mantener activos cada vez más esquemas al mismo tiempo.

En cuanto a la velocidad, un aumento de este parámetro del funcionamiento cognitivo asociado a la edad (quizá por razones de maduración del sistema nervioso) puede dar lugar a un aumento en el rendimiento global del sistema y por ello dar cuenta de las diferencias observadas a lo largo del desarrollo (ver, por ejemplo, Kail, 1991, 1995, 1997; Miller y Vernon, 1997). Ampliaremos este punto de vista un poco más abajo, cuando examinemos la teoría propuesta por Kail.

A pesar de que los cambios estructurales puedan jugar un papel, la mayoría de la investigación disponible hasta el momento que se ha dedicado al desarrollo y sus mecanismos explicativos desde la perspectiva del procesamiento de la información está centrada en examinar los cambios funcionales en el sistema cognitivo asociados a la edad.

Este tipo de explicación es similar al mecanismo que propone Case y que comentamos en el capítulo anterior (Case y Okamoto, 1996; Case, 1998). Vimos como Case diferencia, dentro de un espacio de procesamiento que básicamente permanece estable con la edad, entre un espacio operativo (dedicado al procesamiento con los esquemas activados) y un espacio de almacenamiento (donde se mantienen los esquemas recientemente activados): el desarrollo implicaría un decremento del espacio operativo necesario que dejaría más recursos disponibles para ser dedicados al espacio de almacenamiento. En este cambio funcional entre componentes del sistema de procesamiento juega un papel fundamental la automatización, ya que los procesos automáticos implican un menor espacio de memoria operativa para ser procesados. Como vemos, en este sentido el grado de parentesco entre la teoría de Case, que tiene sus orígenes en la teoría de Piaget, y el tipo de explicaciones típicas del enfoque del procesamiento de la información es muy elevado.

Los mecanismos propuestos para conseguir una mayor eficiencia del sistema procesador de la información humano son diversos, pero vamos a destacar dos de ellos: por una parte el uso de estrategias de procesamiento cada vez más sofisticadas, por otra el aumento en la base de conocimientos y el proceso de convertirse en experto.

Como veremos, estos mecanismos no necesariamente han de ser mutuamente excluyentes, y cada uno de ellos puede jugar un papel dentro del desarrollo infantil. De hecho, en muchas ocasiones, como veremos, va a ser difícil aislar el efecto directo de cada uno de ellas sin tener en cuenta los demás, y quizá

precisamente la interacción entre los diferentes mecanismos sea la clave que de cuenta del desarrollo cognitivo desde esta perspectiva.

Uso de estrategias cada vez más eficientes

Uno de los mecanismos a los que se alude con mayor frecuencia desde la perspectiva del procesamiento de la información para explicar los cambios evolutivos en el rendimiento cognitivo es la progresiva sofisticación del tipo de estrategias que los niños utilizan para operar con la información.

Tradicionalmente se ha entendido por estrategia “una operación cognitiva con esfuerzo y dirigida a un objetivo, que es controlada y ejecutada intencionalmente por el individuo y es potencialmente disponible a la conciencia” (Bjorklund y Miller, 1997; p. 407). Estas estrategias son procedimientos mentales que se utilizan habitualmente para resolver problemas, específicamente problemas que la persona es consciente que ha de resolver.

El uso de estrategias y su cambio evolutivo se han estudiado en la resolución de problemas de muy diversos dominios (ver, por ejemplo, el volumen editado por Bjorklund, 1990), siempre sobre el supuesto de que la mejora en el uso de una estrategia, y el uso de estrategias más complejas y eficientes que sustituyen a otras que no lo son tanto pueden ser claves para dar cuenta del desarrollo cognitivo en diversas áreas, como son la memoria (por ejemplo, Schneider y Pressley, 1989), la aritmética (Ashcraft, 1990).

A partir de este papel general que juegan las estrategias (que concretaremos más adelante al revisar la teoría de Siegler), en las últimas décadas han surgido algunas investigaciones que cuestionan algunos aspectos respecto a la consideración tradicional de las estrategias. Por ejemplo:

- El uso de estrategias podría comenzar antes de lo que los investigadores han considerado tradicionalmente (ver, por ejemplo, Wellman, 1988). Así, niños de 3 o 4 años utilizan de forma espontánea estrategias para memorizar ítems de diversa naturaleza, aunque algunas de estas estrategias no son muy eficientes (Baker-Ward, Ornstein y Holden, 1984; Cohen, 1996). Algunas investigaciones han encontrado indicios de comportamiento estratégico e niños incluso menores de dos años (ver, por ejemplo, DeLoache, Cassidy y Brown, 1985).
- La visión de que los niños cambian de estrategias ineficientes a eficientes quizá simplifica demasiado su proceso de cambio evolutivo y su contribución al desarrollo. Por ejemplo, Siegler (1987) propone que los niños tienen a su disposición un rango determinado, más o menos amplio, de estrategias potencialmente aplicables a una misma tarea. Dentro de este repertorio, algunas son más eficientes que otras y compiten entre ellas para ser utilizadas.
- Las estrategias no siempre aumentan el rendimiento, a veces incluso lo dificultan. Este fenómeno paradójico ha sido llamado **deficiencia de utilización** (Miller, 1990; Miller y Seier, 1994; Bjorklund, Miller, Coyle y Slawinski, 1997). Estos autores apuntan a estas deficiencias son muy comunes en todos los estudios sobre estrategias en los que se estudia su uso espontáneo por parte de los niños, tanto que podrían incluso constituir una

fase típica previa a su consolidación como contribuyente eficaz al rendimiento cognitivo.

- No siempre el uso de estrategias ha de ser consciente. En ocasiones, el papel de los procesos no conscientes y relativamente automáticos en el funcionamiento cognitivo en general y en la resolución de problemas en particular puede ser de gran importancia. En este sentido, es paradigmática la aportación que en la última década han realizado Brainerd y Reyna (Brainerd y Reyna, 1990; Reyna y Brainerd, 1995) con su teoría de la huella difusa (*fuzzy-trace theory*). De acuerdo con esta teoría, la representación de determinada información en memoria puede variar en un continuo que va desde una huella difusa que conserva sólo algunas características esenciales a una huella literal y precisa. El primer tipo de representaciones es más eficiente desde un punto de vista cognitivo: son más fácilmente accesibles, requieren menor esfuerzo de procesamiento, son menos susceptibles a la interferencia. Así, a lo largo del desarrollo los niños son capaces cada vez más de almacenar y procesar huellas difusas (siendo este proceso automático) en lugar de huellas literales de los acontecimientos y objetos. Profundizaremos en esta propuesta en un apartado posterior.

Desarrollo y metacognición

Un factor que es frecuentemente aludido para explicar las diferencias cognitivas que encontramos entre niños más pequeños y más mayores es que estos tienen un mayor conocimiento y control sobre sus propios procesos cognitivos, los que ayuda a que sean más eficientes. Es lo que conocemos con el nombre de metacognición.

La metacognición, un término acuñado en los años 70 por Flavell, hace referencia a aquellos conocimientos o actividades cognitivas que tienen por objeto o actúan sobre otros conocimientos o procesos cognitivos (Flavell, Miller y Miller, 2001; p. 164). Es, por así decirlo, es el conocimiento sobre el conocimiento.

Ya desde la propuesta de la metacognición como una dimensión evolutivamente importante del desarrollo, se diferenciaron dos componentes:

- La metacognición como la actividad que llevamos a cabo para gestionar y regular nuestra propia actividad cognitiva. Por ejemplo, dedicar más tiempo y esfuerzo a los problemas más difíciles, planificar cómo va a ser la resolución, poner en marcha las estrategias más efectivas en el momento preciso, acudir a cursos de acción alternativos cuando llegamos a un callejón sin salida, etc.
- La metacognición como conocimiento sobre como funciona nuestro sistema cognitivo. Por ejemplo, saber si somos capaces de saber si vamos a solucionar un problema o no, si cierta tarea requiere más esfuerzo que otra, qué estrategias son más efectivas para ciertas tareas, etc.

Para Brown (1987; p. 68), el primer tipo de metacognición se refiere a aspectos más de tipo procedimental (más bien un 'saber cómo'), muy dependientes del tipo de tarea y no necesariamente autoconscientes, ya que en ocasiones la persona pone en marcha estas actividades de manera automática. En contraste, el segundo tipo de metacognición corresponde a una información de tipo

declarativo (un 'saber qué'), relativamente estable, habitualmente accesible a la conciencia (podemos reflexionar o discutir con otros sobre ella) y con la posibilidad de ser falible (es decir, podemos tener creencias erróneas sobre la cognición).

Desde los modelos de procesamiento de la información (especialmente desde los más estrechamente adscritos a la metáfora del ordenador), el primer tipo de metacognición corresponde al concepto de procesos ejecutivos. Es decir, una serie de procesos que controlan la actividad cognitiva de la persona, garantizando que se lleve a cabo con eficacia. En general, los diferentes procesos de control ejecutivo propuestos (ver, por ejemplo, Brown, 1987; Kluwe, 1987; Martí, 1995) se pueden englobar en tres tipos, que corresponden a la secuencia temporal que marca su aplicación:

- Procesos de planificación, por los que de manera anticipada diseñamos cuál va ser el curso de operaciones cognitivas a emplear de acuerdo con la naturaleza del problema y las dificultades previstas.
- Procesos de supervisión y control, que nos permiten poner en marcha en el momento adecuado cada una de las operaciones y verificar si su aplicación sigue el plan previsto.
- Procesos de evaluación, por la que verificamos si lo producido se ajusta a lo esperado.

Con respecto al conocimiento metacognitivo de tipo declarativo, que se inscribe como mayor facilidad dentro de lo que hemos denominado 'modelos blandos' de procesamiento de la información, Flavell (1977; pp. 226-231 de la trad. cast) diferencia entre tres tipos de conocimiento:

- El conocimiento sobre los atributos cognitivos de la propia persona, por ejemplo cuando el niño hace juicios sobre sus mejores y peores habilidades cognitivas, sobre las limitaciones del sistema cognitivo, etc.
- El conocimiento sobre los aspectos de la tarea que son susceptibles de influir en su procesamiento. Por ejemplo, los juicios sobre qué aspectos hacen a una tarea más difícil que otra y porqué.
- El conocimiento sobre las estrategias, sobre como se realizan y para qué tipo de tareas son aplicables y en cuáles son más efectivas.

Ambos aspectos de la metacognición, el procedimental y el declarativo, son complementarios y mantienen relaciones entre sí sin duda muy estrechas. Así, es muy probable que el conocimiento que uno tenga sobre la cognición influya de forma decisiva en la forma de regular sus propios procesos cognitivos. Por ejemplo, si un alumno sabe que determinada asignatura es más difícil o le cuesta más (metacognición declarativa), es más probable que ponga en marcha procesos regulatorios específicos (metacognición procedimental) como dedicar más tiempo de estudio, estar más atento en clase, hacer preguntas para aclarar incomprensiones, etc. De manera similar, el hecho de poner en marcha estos procesos regulatorios y organizadores puede ser una fuente que genera información que aumente y matice el conocimiento declarativo que tenemos sobre cómo funciona nuestra propia cognición (Martí, 1995; p. 14).

A veces, sin embargo, esta relación tan estrecha no significa que poseer un tipo de metacognición implique necesariamente poseer la otra. Y es que, por ejemplo, no siempre que uno posee conocimiento sobre cierto proceso cognitivo para llegar a realizarlo de manera eficiente: también es necesario el componente regulatorio que implica la metacognición procedimental. Un ejemplo claro son, por ejemplo, las deficiencias de utilización de las estrategias. En este caso el niño sabe qué estrategia es la más adecuada y conoce como llevarla a cabo (es decir, posee conocimientos metacognitivos declarativos), pero es incapaz de ejecutarla de manera efectiva para producir aumentos de rendimiento (es decir, su metacognición procedimental es deficiente).

Pero desde un punto de vista evolutivo, lo que resulta relevante es que, a medida que el niño se hace mayor, ambos tipos de metacognición parecen progresar. Por un parte, el niño cada vez tiene un conocimiento más realista de sí mismo y de los demás como personas que procesan información, conoce mejor los requisitos cognitivos de diferentes tareas y tiene a su disposición un mayor abanico de estrategias cognitivas y criterios para poner en marcha unas y no otras. Por otra parte, el niño también es capaz de planificar de forma más cuidadosa su ejecución de las tareas cognitivas antes de empezar a resolverlas, de controlar el progreso en la ejecución y de evaluar su rendimiento final, volviendo atrás para corregir algunos aspectos si es necesario.

Los estudios sobre el desarrollo de la metacognición declarativa muestran que a los seis o siete años estos conocimientos son ya bastante precisos. Por ejemplo, saben de la influencia de variables como el ruido, la falta de interés o el pensar en otra cosa sobre el rendimiento cognitivo (Miller y Zalenski, 1982), entienden diversos factores que afectan a la capacidad de recordar (Kreutzer, Leonard y Flavell, 1975) o son capaces de distinguir entre diferentes tipos de procesos cognitivos y lo que implican (Schwanenflugel, Fabricius y Alexander, 1994).

En general, de desarrollo de la metacognición procedimental se desarrolla de manera algo más lenta y hasta la adolescencia no parece completarse. Es también un aspecto en el que encontramos numerosas diferencias individuales, muchas de ellas en estrecha relación con las habilidades académicas. Así, los estudiantes con mayor índice de fracaso tienden a no aplicar estos procedimientos metacognitivos. Por ejemplo, en comparación con los buenos estudiantes, abordan las tareas desde una actitud menos activa y sin un propósito claro, al toparse con dificultades son menos capaces de detectarlas y poner en marcha mecanismos autocorrectores o revisan menos su producción cognitiva en busca de posibles errores (Zimmerman, 1990). Estas deficiencias han inspirado el diseño de programas para el fomento de habilidades metacognitivas en los estudiantes que fracasan en la escuela o que tienen dificultades de aprendizaje.

Aumento de la base de conocimientos: llegar a convertirse en experto

Una de las diferencias más evidentes entre niños de edades diferentes es que los niños más mayores generalmente saben más cosas que los niños más pequeños.

Este conjunto de conocimientos acumulados podría ser un factor que diese cuenta también de las diferencias en el rendimiento cognitivo entre niños

pequeños y mayores. Así, tener más conocimientos puede no sólo poner más información a disposición de nuestro sistema de procesamiento, sino incluso cambiar la manera en que la información es procesada.

Pozo (1989) resume en los siguientes aspectos las características del conocimiento experto:

- El conocimiento experto supone diferencias no tanto en los procesos básicos ni en la capacidad general de procesamiento, sino más bien en la cantidad de conocimiento acumulado.
- Las diferencias entre expertos y novatos son, además de en cantidad de conocimientos, en aspectos cualitativos referidos a la manera en la que se organiza el conocimiento.
- Ser experto es un resultado de la experiencia y la práctica intensa y continuada en el tiempo, sin que factores innatos o las diferencias individuales tengan en principio un papel destacado.
- La maestría se encuentra circunscrita a dominios específicos de conocimiento, de manera que en ellos el conocimiento de una persona puede ser experto, mientras que en otros esa misma persona puede disponer de conocimientos no expertos.

Estas características del conocimiento experto generalmente han sido investigadas comparando la ejecución en una determinada de personas expertas y novatas en el dominio al que pertenece esa tarea. Los experimentos clásicos han sido realizados en el dominio del conocimiento sobre ajedrez. En una de las primeras investigaciones sobre esta cuestión, Chi (1978) comparó adultos y niños de 10 años expertos jugadores de ajedrez en dos tipos de tareas: el recuerdo de dígitos y el recuerdo de ciertas disposiciones de piezas en un tablero de ajedrez. Mientras que en el recuerdo de dígitos los adultos, como cabía esperar, superaron a los niños, sucedió lo contrario en la tarea que correspondía al ámbito de especialización de los niños. Un efecto similar se produce cuando comparamos a niños expertos y adultos novatos en ajedrez respecto al recuerdo de posiciones reales y aleatorias de piezas sobre el tablero: en las posiciones reales las diferencias a favor de los expertos eran muy acusadas (Scheider, Bruber, Gold y Opwis, 1993). Efectos similares del conocimiento previo se han encontrado en otros dominios, como el conocimiento sobre dinosaurios (Chi y Koeske, 1983) o sobre béisbol (Recht y Leslie, 1988).

Concretando algunas de las características mencionadas anteriormente, el hecho de ser experto (lo que podríamos denominar maestría) parece influir en el rendimiento cognitivo a través de varias vías:

- Ser experto implica no sólo tener más conocimientos, sino un conocimiento más y mejor estructurado, que facilita las operaciones de procesamiento de la información. Los expertos codifican y relacionan mejor la nueva información con la ya almacenada, establecen más y mejores vínculos entre la información almacenada, reconocen más rápida y eficientemente la información relevante mientras desechan rápidamente la irrelevante e impiden que ocupe recursos de procesamiento, etc. (McPherson y Thomas, 1989; Bedart y Chi, 1992).
- Ser experto permite procesar la información del dominio de especialización con mucha mayor velocidad, lo que puede dejar recursos suficientes al sistema

para manejar otros aspectos de la tarea (quizá más complejos o de mayor nivel) que resultan inaccesibles para los novatos (Bjorklund y Schneider, 1996)

- Ser experto aumenta las probabilidades de haber generado estrategias que se aplican al área de especialización y que permiten el procesamiento más efectivo de información perteneciente a ese dominio (Bjorklund, Muir-Broadbent y Schneider, 1990).

En coherencia con estas relaciones entre el conocimiento y otros mecanismos de desarrollo, como la generación de estrategias o la velocidad de procesamiento, vemos como el hecho de ser experto, además de implicar una acumulación de conocimiento, implica también haber automatizado numerosas tareas básicas, que pasan de consumir muchos a prácticamente ninguno de nuestros recursos de procesamiento que, como hemos visto, son por definición limitados. Esto provoca un aumento en la eficiencia de nuestro procesamiento (las tareas, especialmente las básicas se ejecutan a una gran velocidad, se liberan recursos que pueden ser dedicados a procesos ejecutivos o a la generación de estrategias más eficientes, etc.) que redundará en un mayor y mejor rendimiento. Así, desarrollarse cognitivamente implica acumular conocimientos y ser experto cada vez en más dominios, lo que permite un procesamiento de la información de mayor nivel. Además del efecto directo del aumento de la base de conocimientos, las relaciones de esta mayor base de conocimientos con otros mecanismos del funcionamiento cognitivo, como el uso más frecuente de estrategias efectivas, la mayor velocidad de procesamiento o el proceso de automatización parecen ser clave en su influencia en el desarrollo cognitivo.

El proceso de convertirse en experto (o la maestría) es la forma que desde el procesamiento de la información se puede abordar una cuestión de tanta actualidad como la especificidad de dominio en la cognición. Como veremos en el capítulo 8, el enfoque de la maestría (convertirse en experto) es una de las alternativas para dar cuenta de esta especificidad. En este caso, no se apela a módulos innatos especializados en cierto dominio de conocimiento, ni a restricciones o principios fundamentales a priori. Los efectos de ser experto muestran las influencias de amplio alcance que tiene la experiencia intensiva, nos recuerdan que la gran capacidad de la mente para configurarse a sí misma, más allá de esos a priori.

Como nos recuerdan Wellman y Gelman (1998, p. 528), un tipo de explicación de este tipo da cuenta, por ejemplo, de habilidades como la lectura, una habilidad que poco probable que pueda fundamentarse en una capacidad evolutiva especial, pero que, a partir de una práctica intensiva y estructurada, llega a convertirse en común para los individuos de determinadas culturas (la nuestra, sin ir más lejos).

Propuestas metodológicas de la perspectiva del procesamiento de la información

La perspectiva del procesamiento de la información utiliza la misma metodología que aquel paradigma, el conductismo, contra el que reacciona: la experimentación, fundamentalmente una experimentación en contexto de laboratorio. En este sentido, el procesamiento de la información comparte unas mismas raíces epistemológicas con el conductismo, que se concretan en el énfasis en la replicabilidad, en el control, en la toma de las ciencias naturales (y de la física como ejemplo paradigmático) como modelo de ciencia que ha de seguir la psicología.

Sin embargo, el interés por otro tipo de fenómenos en el desarrollo (no tanto por el comportamiento abierto, observable, sino por los procesos y las estructuras mentales que subyacen a ese comportamiento) hace que se hayan generado y potenciado nuevas estrategias metodológicas que ayudan al investigador a apresar de forma más eficiente esos fenómenos encubiertos.

Vamos a destacar cuatro de estos aspectos metodológicos que nos aparecen como característicos de todos o de algunos de los modelos que se encuadran dentro de la perspectiva del procesamiento de la información: el análisis de tareas, los estudios microgenéticos, la simulación y el uso de ordenadores y, por último, en énfasis en la recogida de ciertos tipos de datos.

El análisis de tareas

El análisis detallado de tareas es el punto de inicio de la mayoría de las prácticas metodológicas propias del procesamiento de la información. A partir del análisis de las tareas podemos inferir:

- Los procesos que han de ponerse en marcha para obtener un rendimiento satisfactorio.
- Los requisitos y recursos que serán necesarios para realizar una determinada tarea y en qué medida son diferentes a los que se necesitan en otra tarea.
- Qué tipo de cambios en la tarea puede alterar (y en qué medida) el rendimiento del niño en ella.

Es decir, el análisis de tareas es un camino privilegiado para concretar aspectos ambiguos de la teoría y para formular hipótesis de una gran precisión, hipótesis que serán puestas a prueba después en los experimentos.

La simulación y el uso de ordenadores

Una segunda estrategia de puesta a prueba de hipótesis es la utilización de la simulación por ordenador. En este caso, se trata de construir un programa informático que represente las estructuras de memoria, parámetros, limitaciones y procesos que se hipotetizan para el funcionamiento cognitivo. Es decir, un programa fundamentado en la teoría cognitiva que se sustenta.

Una vez implementado el software en un hardware adecuado, se trata de introducir *inputs* (generados aleatoriamente simulando lo que sucede en el ambiente de la tarea, o bien introducidos por el experimentador de acuerdo con un plan destinado a probar ciertas hipótesis) y esperar a ver el output (el comportamiento) externo del programa. Este output se compara con el comportamiento real del procesador humano (por ejemplo, el proceso de aprendizaje de una tarea por parte de un niño) y se evalúa si los resultados obtenidos por el ordenador son plausibles desde el punto de vista humano.

A partir de esta evaluación, el investigador puede cambiar ciertos aspectos del programa para corregir posibles desviaciones y aumentar la precisión con la que el ordenador es capaz de simular el comportamiento humano. En los casos más sofisticados, el programa incluye mecanismos para cambiar su funcionamiento (para emular un 'desarrollo') en función de la retroalimentación de sus propios resultados y los nuevos *inputs* ambientales.

Evidentemente, la simulación puede generar teorías plausibles, pero no garantiza que la teoría que está debajo del comportamiento del ordenador sea una réplica de cómo funciona la mente humana. Hemos de contar siempre con la posibilidad de que los niños generen resultados similares a los de los programas informáticos, pero siguiendo procesos muy diferentes (o incluso, como veremos, que diferentes niños sigan procesos distintos en la resolución de una misma tarea).

Estudios microgenéticos

El modo más común de investigar el cambio es diseñar estudios transversales en los que la misma tarea se presenta a grupos de sujetos de diferentes edades. Este tipo de diseño, sin embargo, Los estudios longitudinales son menos frecuentes y, típicamente los puntos de observación son intervalos de meses o años y las observaciones son relativamente imprecisas cuando se comparan con las tareas cronométricas.

Cuando el foco se desplaza de cómo funciona una estrategia a de donde viene, es necesario estudiar el rendimiento del niño muchas veces durante varios días, semanas o meses, buscando patrones que señalen cambios en la organización o contenido de los procesos subyacentes. Este tipo de estudio es llamado microgenético.

Un interés en los aspectos más detallados del procesamiento de la información en niños ha conducido a un enfoque llamado método microgenético, que es especialmente valioso detectando cambios en las estrategias infantiles:

Según Siegler y Crowley (1991), tres propiedades clave:

- Se obtienen observaciones a lo largo de todo el periodo en el que ocurre el cambio objeto de nuestro interés, hasta que alcanza un estado relativamente estable.
- La densidad de observaciones es alta en relación a la tasa de cambio del fenómeno.
- El comportamiento observado se analiza intensivamente con el objeto de inferir los procesos que hacen surgir tanto los aspectos cualitativos como los cuantitativos del cambio.

Siegler (1996) afirma que los estudios microgenéticos son una estrategia especialmente valiosa cuando se trata de estudiar cuestiones como:

- La secuencia que sigue la adquisición de determinada competencia o determinado cambio cognitivo, permitiendo la aproximación a los diversos niveles de rendimiento y su evolución.
- La rapidez y el ritmo con el que se produce el cambio en sus diferentes niveles.
- La generalidad del cambio una vez se obtienen los primeros indicios de su presencia. Es decir, en qué condiciones de la tarea se muestra y como se va aplicando a otras condiciones.
- La variabilidad en el proceso de cambio. Es decir, permite conocer si todos los niños pasan por la misma secuencia o si existen caminos alternativos.
- Los mecanismos que parecen explicar el cambio, aquellos que lo fomentan y aquellos que lo entorpecen o retrasan.

Tipos de datos recogidos

En las situaciones experimentales típicas, el datos recogidos son fundamentalmente en referencia a porcentajes de éxitos en las tareas propuestas. Ciertamente, este tipo de datos son todavía muy frecuentes en la perspectiva del procesamiento de la información. Sin embargo, y con objeto de concretar más los procesos que subyacen a la ejecución del niño y su proceso de cambio, se ha ido recurrido a datos de otra naturaleza que también pueden dar pistas respecto a estos procesos y aportar aspectos más precisos, especialmente si los combinamos con estrategias de tipo microgenético.

Entre ellos podemos mencionar:

- Análisis de **patrones de error**: la importancia de los errores, ya enfatizada desde la perspectiva de Piaget, vuelve aquí a cobrar importancia. Se asume que los procesos o estructuras cognitivas del niño, si su representación es adecuada, generarán cierto perfil de respuestas que incluirá tipos específicos

de errores en ciertas tareas. Se trata, entonces, de ver si los patrones de errores predichos se ajustan al comportamiento real del niño. En este casos la comparación de errores, además de ser entre grupos (sometidos, por ejemplo, a diferentes condiciones experimentales) es intrasujeto.

Este análisis cuidadoso de patrones complejos de errores puede ofrece una estrategia extremadamente informativa para obtener pistas sobre los procesos mentales infantiles.

- Utilización de **datos cronométricos**, fundamentados en la duración de ciertos comportamientos más que (o además de) en que si son aciertos o errores. Según Klahr (1992), el uso de estos datos cronométricos supone una lógica como la siguiente:

Existe un conjunto de procesos distintos y separables que subyacen al comportamiento que se investiga. Cada uno de los procesos ocupa cierto tiempo, a veces con duraciones de segundos o fracciones de segundo.

El proceso particular de nuestro interés puede ser aislado por medio del análisis de la tarea, de manera que las manipulaciones experimentales puedan sistemáticamente inducir a que el sistema incremente o disminuya el número de ejecuciones de ese proceso y, por lo tanto, su duración en términos temporales.

Las manipulaciones experimentales han de afectar sólo al número de ejecuciones de ese proceso, a nada más que a eso, dejando intactos el resto de procesos en los que se incrusta.

Este análisis puede tener como objetivo estimar tiempos medios de ejecución de procesos subyacentes. También se utiliza para determinar la organización global de un proceso cognitivo que comprende componentes más pequeños.

- Uso de una **alta densidad de datos**, partiendo de la idea de que, además de las respuestas finales a las tareas, el sujeto también genera indicadores intermedios que pueden ser importantes como indicadores de los procesos subyacentes que se están llevando a cabo. Entre los indicadores podemos contar con datos de muy diversa naturaleza:

Movimientos oculares.

Respuestas motoras (muy finas o más globales).

Informes verbales intermedios que proporciona el propio sujeto (por ejemplo, si le pedimos que cuente lo que pasa por su cabeza).

Como podemos suponer, la recogida de algunos de estos datos (por ejemplo, de movimientos oculares) supone el uso de instrumentos de recogida de una gran sofisticación.

Modelos de desarrollo desde el procesamiento de la información

Una vez hemos repasado los principales mecanismos a los que se ha aludido para dar cuenta del desarrollo cognitivo desde la perspectiva del procesamiento de la información, vamos ahora a examinar brevemente alguno de los modelos teóricos que se pueden encuadrar dentro de esta perspectiva.

Estos modelos nos servirán por una parte de ejemplos de diversos modelos de concreción de los principio que hemos visto que comparten todas las teorías pertenecientes a esta perspectiva, y por otra parte nos permitirán profundizar en alguno de los mecanismos de desarrollo que hemos comentado, y que van a fundamentar cada una de las teorías.

También nos permitirán ver la variabilidad existente dentro de una misma perspectiva, la del procesamiento de la información, y cómo diversos investigadores construyen modelos con diferentes grados de:

- 'dureza', es decir, con una fidelidad más o menos flexible a la metáfora del ordenador y con una susceptibilidad diferente a ser concretadas en simulaciones destinadas a ser ejecutadas en un ordenador.
- Molecularidad y precisión de los conceptos y las medidas propuestas como indicadores de los procesos estudiados.
- Generalización a tareas de la vida cotidiana y, supuestamente, a tareas de alta validez ecológica y que pueden generar aplicaciones prácticas e intervenciones en caso de déficits cognitivos.

Esta diversidad, según algunos autores, demuestra una flexibilidad de los métodos y conceptos del procesamiento de la información que, sin perder de vista ciertos principios teóricos y metodológicos, permite que pueda ser adaptado a la descripción y explicación de un amplio rango de actividades cognitivas (Kail y Bisanz, 1992).

Desarrollo y velocidad de procesamiento: el modelo de Kail

Uno de los tendencias evolutivas con mayor grado de apoyo empírico es el aumento de la velocidad en el procesamiento de operaciones mentales. Este aumento de velocidad se produce en un gran rango de procesos cognitivos y es común a tareas de muy diversa naturaleza, desde las más simples (como aquellas de miden tiempo de reacción, la recuperación de nombres) hasta aquellas más complejas que requieren un mayor esfuerzo (por ejemplo, las rotaciones mentales de figuras, las operaciones aritméticas realizadas mentalmente, etc.). Los resultados típicos en todas estas tareas son siempre los mismos: los niños necesitan más tiempo en completar las tareas que los adultos.

A partir de estos datos, Kail (1991; 1995; 1997) ha elaborado una propuesta que contempla la velocidad de procesamiento como un primitivo cognitivo, un

parámetro básico de nuestro sistema de procesamiento, cuyo aumento asociado a la edad sería, desde su punto de vista, uno de los factores más importantes (o el más importante) para dar cuenta del aumento de rendimiento cognitivo observado desde la infancia hasta la adultez.

En los estudios de Kail se muestra como no sólo los aumentos en la velocidad de procesamiento son generales en multitud de tareas, independientemente de los requerimientos y nivel de exigencia que impongan a nuestro sistema cognitivo, sino también que el patrón de cambio asociado a la edad es esencialmente el mismo en todas las tareas analizadas.

Estos cambios evolutivos pueden estar implicados en al menos tres importantes fenómenos evolutivos:

- La velocidad de procesamiento parece ser un importante factor en el envejecimiento: este cambio puede ser responsable de los declives en el rendimiento en varios dominios cognitivos.
- El desarrollo cognitivo en la adolescencia parece caracterizarse por la aparición de potentes habilidades de razonamiento asociadas al razonamiento formal. Estas habilidades podrían emerger gracias a que los procesos cognitivos básicos estuviesen cognitivamente maduros: a que se lograsen velocidades semejantes a las adultas, permitiendo que se dedicasen más recursos mentales a los procesos superiores que implica el pensamiento formal.
- El impacto de la velocidad de procesamiento no afecta sólo a las tareas con un componente de rapidez manifiesto. Allí donde se pueda controlar externamente el número de actividades a realizar por unidad de tiempo, la calidad del rendimiento se ve afectada por un procesamiento demasiado lento para completar todos los componentes de la tarea.

De acuerdo con Kail y Bisanz (1992), los cambios en la velocidad asociados a la edad podrían ser explicados de dos maneras generales:

- Las diferencias reflejarían cambios específicos a procesos, tareas o dominios particulares en el funcionamiento cognitivo. Por ejemplo, las diferencias en velocidad pueden reflejar la adquisición progresiva de estrategias más eficientes para solucionar una tarea. O, de manera similar, pueden reflejar la existencia de una base de conocimientos cada vez más elaborada para determinado dominio, lo que daría múltiples trayectorias para acceder más rápidamente a la información.

Este primer tipo de explicación implicaría que no tendría necesariamente que haber relación entre los patrones evolutivos de los diferentes procesos o rendimientos en tareas.

- Las diferencias podrían ser debidas a un cambio global independiente de dominios específicos. Por ejemplo, la ejecución de tareas cognitivas requeriría cierto consumo de recursos cognitivos. El aumento de velocidad de procesamiento general haría que restasen más recursos disponibles para realizar tareas cognitivas

Si la segunda hipótesis fuese correcta (mecanismo central común), el rendimiento en diferentes tareas mostraría el mismo patrón de cambio en

velocidad a medida que aumenta la edad. La forma de las funciones de crecimiento serían las mismas para todos los procesos.

Los datos, de acuerdo con Kail y Bisanz (1992), parecen que avalar la segunda hipótesis. En tareas muy diferentes (algunas muy simples, otras complejas) con requerimientos cognitivos dispares, el patrón evolutivo encontrada en sujetos de 8 a 21 años fue muy similar: la velocidad aumentaba rápidamente hasta los 12 años, luego la tendencia era crecer cada vez menos hasta llegar a estabilizarse. La tasa de crecimiento (de descenso en la cantidad de tiempo necesario) era similar entre tareas. La función (exponencial) tomaba una forma matemática idéntica (ver Figura 6.3). Un patrón evolutivo muy parecido se ha obtenido en niños de edades inferiores a las consideradas por Kail (por ejemplo, Zelazo, Kearsley y Stack, 1995; Canfield, Smith, Breznsnyak y Snow, 1997).

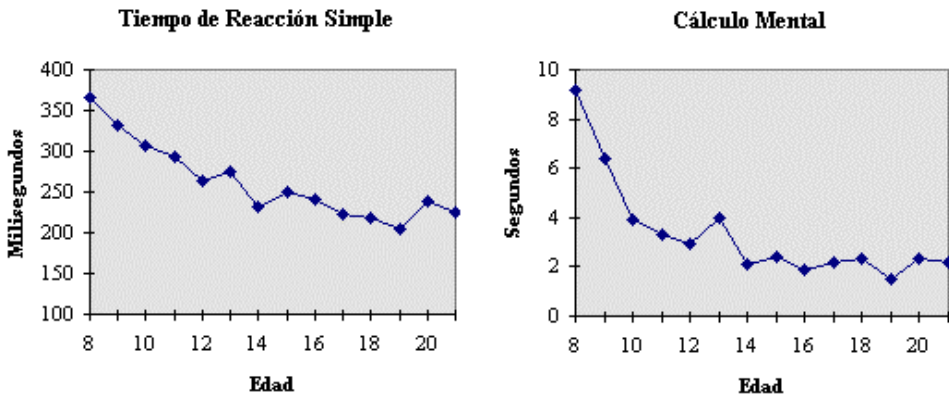


Figura 6.3: Patrón de aumento de velocidad cognitiva en un dos tareas de diferente complejidad (elaborado a partir de datos de Kail, 1991)

Este sería el patrón esperable si el rendimiento estuviese limitado por algún componente común que estuviera en desarrollo él mismo: la limitación de recursos de procesamiento y su superación a través de los aumentos en la velocidad asociados a la edad es el primer candidato. Estos cambios serían debidos, en último término, a cambios madurativos relacionados con la mielinización de las neuronas que facilita la transmisión del impulso eléctrico.

Aunque Kail mantiene que lo fundamental que da cuenta de las diferencias evolutivas es un aumento de la velocidad de procesamiento global, si este factor fuera el único sería inconsistente con aquellos datos que indican aumentos de velocidad y rendimiento cognitivo únicamente en tareas relacionadas con dominios en los que se es experto o se tiene mucho conocimiento previo acumulado (en la línea de lo propuesto por Chi apuntado en apartados anteriores).

Así, junto con un aumento global en la velocidad de procesamiento, el rendimiento cognitivo en ciertos dominios también se vería afectado por aumentos en la velocidad de procesamiento locales a ese dominio (a su vez, relacionados con el aumento global de velocidad). La velocidad como factor

general influiría en el rendimiento de dos maneras: una directa, otra indirecta a través de incrementos de velocidad en dominios específicos (Kail y Salthouse, 1994; ver Figura 6.4).

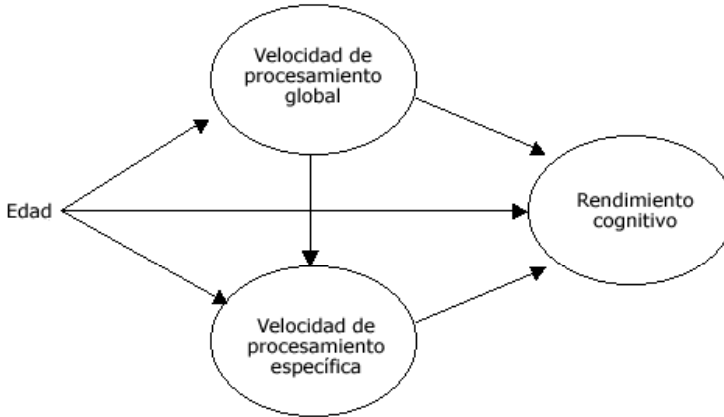


Figura 6.4. Posible relación entre velocidad general, específica y rendimiento cognitivo. Adaptado de Kail y Salthouse (1994)

El modelo de Kail es un buen ejemplo del uso de estrategias experimentales muy precisas y uso de datos cronométricos.

Sin embargo, a pesar de que este énfasis en el laboratorio, en lo experimental y en lo cuantitativo puedan situarle en la 'línea dura' de la perspectiva del procesamiento de la información, en sus teorías no se encuentra la misma precisión que en sus experimentos. A este respecto, Klahr (1992; p. 310) comenta que las teorías de Kail no proponen ningún mecanismo claro que de cuenta del rendimiento y el cambio evolutivo, a parte del ambiguo concepto de 'recursos de procesamiento', plasmado en su caso en términos de velocidad.

Por otra parte, desde la perspectiva de Kail, la única fuente de cambio es la velocidad, no se dice nada sobre la organización del comportamiento cognitivo, cuando quizá es esta dimensión la que cambia a lo largo del desarrollo. Kail asume que la organización de los procesos cognitivos es esencialmente idéntica en niños y adultos, atribuyendo únicamente a la velocidad los cambios. Sin embargo, este presupuesto no está en absoluto garantizado, y quizá los cambios en la organización son (o deberían ser) precisamente un objeto de estudio especialmente interesante desde el enfoque del procesamiento de la información.

Desarrollo y estrategias: el modelo de Siegler

La trayectoria investigadora de Siegler, además de ser una de las más productivas y con contribuciones más relevantes al desarrollo cognitivo desde la perspectiva del procesamiento de la información, representa un ejemplo paradigmático de cómo se enfocan los problemas evolutivos desde este punto de vista.

En los años 70, Siegler comenzó a estudiar el comportamiento infantil en algunas tareas clásicas piagetianas, como la tarea de la balanza. Tras un cuidadoso análisis de los requisitos de la tarea y del rendimiento de niños de diversas edades en diferentes situaciones con la misma tarea, Siegler plantea que la comprensión de la tarea y su rendimiento en ella subyace la aplicación de ciertas reglas, que progresan en complejidad a través de los años (Siegler, 1978).

El dominio en el que se ha centrado Siegler en los últimos años ha sido la evolución de la competencia en aritmética, competencia que además de ser un ingrediente importante en muchas tareas cotidianas es también un importante objetivo de enseñanza en los primeros años de escolarización. Centrarse en dominios de funcionamiento cognitivo cercanos a tareas cotidianas tiene una doble ventaja: mientras se conserva la relevancia de los resultados para las teorías del desarrollo cognitivo, estos resultados pueden tener implicaciones susceptibles de ser aplicadas a una optimización de la instrucción en esos dominios.

Este acercamiento a tareas cotidianas se hace, sin embargo, sin renunciar en absoluto a la metodología experimental que caracteriza a los modelos de procesamiento de la información.

Desde el punto de vista de Siegler, la clave del desarrollo de la aritmética (y, por extensión, de otras muchas áreas del desarrollo cognitivo) la hemos de encontrar en el papel de las estrategias en cómo se generan y utilizan. Este concepto de estrategia ha sustituido el énfasis inicial en la idea de regla.

En un primer momento, Siegler habla de un mecanismo de resolución de problemas aritméticos simples (adiciones y sustracciones) que consta de dos fases:

- En un primer momento, el niño codifica el problema e intenta de recuperar una respuesta directamente de su conocimiento base ya almacenado. Se supone que este conocimiento consiste en una representación mental de la asociación entre problemas y posibles soluciones. Estas asociaciones pueden ser más o menos fuertes: cuanto exceden cierto umbral de confianza preestablecido, se recuperan como la solución y el proceso termina. Si ninguna asociación supera este umbral de confianza, se vuelve a buscar hasta llegar a un límite de intentos, tras los que el proceso de recuperación para y se pasa a la siguiente fase.
- Si no ha podido recuperarse directamente la solución desde el conocimiento base, se procede a poner en marcha un 'procedimiento de seguridad' (*backup procedure*). Estos procedimientos implican la aplicación de recuento para resolver el problema y son más lentos.

La clave, como podemos observar, está en el conocimiento de hechos aritméticos: a más de estos conocimientos, más se accede directamente por la primera vía y más rápido se obtiene una solución. Para cada problema, existen cierto número de asociaciones problema-supuesta solución con fuerzas asociativas dispares: las respuestas reales reflejan esta distribución de fuerzas asociativas. Cuando hay una que domina abrumadoramente sobre las demás, se puede decir que el aprendizaje está consolidado.

Los problemas pobremente aprendidos presentan distribuciones de respuesta más erráticas: asociaciones débiles con varias posibles respuestas, sin que ninguna de ellas domine claramente sobre los demás. Para probar esta propuesta, Siegler y Shrager (1984) formularon el modelo en un conjunto de ecuaciones algebraicas y lo simularon en un ordenador. Los resultados de la simulación se compararon con los datos observados reales. Obteniéndose un alto grado de correspondencia en indicadores diversos, como latencias de solución, tasas y patrones de error o frecuencia de uso de procedimientos de seguridad.

La piedra de toque de una teoría evolutiva se encuentra, sin embargo, en dar cuenta de los cambios asociados a la edad en el rendimiento.

En este primer modelo de Siegler este cambio se explica a través de un mecanismo de aprendizaje fundamentado en el cambio de las asociaciones entre problemas y soluciones a medida que el niño experimenta confirmaciones (la fuerza asociativa correspondiente crece) o desconfirmaciones (la fuerza asociativa decrece) en sus respuestas. Así, la distribución de las diferentes fuerzas asociativas va cambiando, volviéndose dominante sólo una de ellas. Esto afecta a la frecuencia con la que el niño ha de recurrir a procedimientos de seguridad, frecuencia que es cada vez menor a medida que se avanza en el desarrollo.

De esta manera, la exposición de los niños a problemas es un factor crítico en la adquisición de habilidad aritmética. Como no todos los problemas se presentan con la misma frecuencia (aquellos con números pequeños aparecen mucho más frecuentemente), el recurso a procedimientos de seguridad se conserva más o menos tiempo en función del problema, teniéndose incluso que algunos de ellos pueden no solucionarse nunca mediante la recuperación directa.

Estas asunciones sobre el cambio se incorporaron al modelo de ordenador, al que expusieron a continuación a problemas de acuerdo con las frecuencias con la que estos se presentan a los niños. Tras un gran número de ensayos, los patrones de asociación llegaron a ser muy similares a los que se esperaban y la correlación con el comportamiento infantil observado fue muy alta en indicadores diversos de rendimiento.

A partir de estas ideas, la teoría de Siegler ha ido evolucionando para dar paso cada vez más a la importancia de las estrategias como elemento fundamental en el progreso del rendimiento cognitivo.

Los niños, de acuerdo con los datos de Siegler (1996), utilizan una gran variedad de estrategias incluso para resolver problemas de aritmética simples. En uno de estos problemas, son posibles algunas como:

- Estrategia sum: levantar tantos dedos como indica el primer número a sumar y luego tantos como indica el segundo. Finalmente, contar todos los dedos.
- Estrategia min: considerar uno de los dos números y comenzar a contar a partir de él tantas unidades como indica el segundo.
- Descomposición: simplificar el problema. Por ejemplo $5+6$ es igual a $5+5$ y al resultado le sumamos uno.
- Recuperación directa del resultado a partir del conocimiento almacenado.

Los niños pueden utilizar varias estrategias en diferentes sumas. E, incluso para las mismas sumas, algunos niños pueden utilizar unas veces una estrategia otras veces otra estrategia diferente. Esta variedad de estrategias es un fenómeno difundido tanto en aritmética como en otros dominios (Siegler, 1996), así como en tareas no sólo de laboratorio, sino también en otras más cercanas al contexto cotidiano infantil (por ejemplo, Bjorklund y Rosenblum, 2001; p. 185).

El uso de múltiples estrategias tiene importantes consecuencias para el funcionamiento cognitivo. Entre ellas, podemos mencionar que permite resolver problemas de manera más efectiva que si siempre se usara una única estrategia, ya que los niños pueden utilizar cada estrategia en las situaciones en las que es más efectiva (ver, por ejemplo, Siegler y Lemarie, 1997).

Desde esta perspectiva, el cambio asociado a la edad podría implicar varias dimensiones (Lemarie y Siegler, 1995):

- Descubrimiento de nuevas estrategias.
- El cambio en la frecuencia relativa de aplicación de cada estrategia ya conocida.
- Incremento de efectividad del uso de estrategias ya existentes. La ejecución se vuelve más rápida y precisa.
- Elecciones cada vez más adaptativas de los tipos de estrategias que funcionan mejor en cada problema.

Aunque algunas estrategias pueden ser enseñadas por padres y/o maestros, otras muy frecuentemente usadas parecen descubrirse a medida que se tienen experiencias de resolución de problemas. El descubrimiento de estrategias efectivas parece suceder, sin embargo, sin acudir a un método de ensayo y error, es decir, sin probar antes otras estrategias ilegales. Para explicar este fenómeno, Siegler (2001, p. 48) acude al concepto de delimitación de objetivos (*goal-sketch*). El *goal-sketch* comprendería una serie de objetivos generales que cualquier estrategia satisfactoria debería cumplir (y que, en el caso de la adición, son dos: representar cada sumando del problema original una vez y sólo una, sin repeticiones y representar cuantitativamente los objetos en una representación simbólica que los combine).

La idea de un *goal-sketch* que restringe las posibles estrategias que generan los niños viene avalada por resultados como los de Siegler y Crowley (1994): los niños, aun cuando todavía no habían descubierto determinada estrategia válida, la estimaban más inteligente que cualquier otra estrategia que violase los objetivos que supuestamente forman parte del *goal-sketch*.

A partir de este concepto, Siegler elabora un modelo, al que denomina ASCM (*Adaptative Strategy Choice Model*; Modelo de selección adaptativa de estrategias) que explica la evolución en el uso de estrategias para resolver problemas aritméticos (Siegler y Shipley, 1995).

En este modelo, las estrategias se supone que son los mecanismos que operan sobre problemas para generar respuestas determinadas. Este proceso de aplicación de estrategias también generaría información sobre la rapidez y precisión de la estrategia utilizada, información que se incorpora a una base de datos en la que se almacena la experiencia acumulada respecto al uso de las

diferentes estrategias y a los diferentes tareas-problema con los que el niño se ha enfrentado.

Sobre cada estrategia, el sistema cognitivo almacena información, además de sobre su rapidez y su precisión en la generación de la solución, información sobre su novedad relativa. Ello es para dar cuenta de por qué los niños prueban otras estrategias una vez ya tienen una que funciona bastante bien, y por qué hacen esto aunque las nuevas estrategias puedan, al menos al principio, no aportar ninguna mejora en la resolución del problema. Cada uso de una estrategia reduce por ello su novedad relativa.

De esta manera, las bases de datos se modifican poco a poco a medida que el sistema gana experiencia resolviendo problemas con diferentes estrategias (ver Figura 6.5 para una representación esquemática del modelo ASCM).

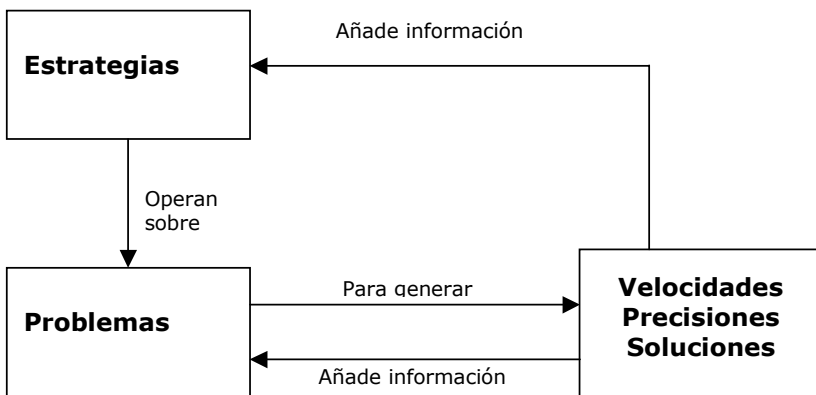


Figura 6.5. Esquema del modelo ASCM (adaptado de Siegler, 2001; p. 44)

Este modelo, aunque reproduce de manera plausible el cambio y progresión en el uso de estrategias, no da cuenta de cómo se pueden generar estrategias nuevas. Por ello, a partir del modelo básico descrito, Shagrer y Siegler (1998) propusieron otro que recogiese también este aspecto. El modelo es el SCADS (*Strategy Choice and Discovery Simulation*).

El nuevo modelo (ver figura 6.6) plantea que el sistema conserva en la memoria de trabajo, inmediatamente después de haber utilizado cierta estrategia, huellas de las operaciones implicados en su ejecución y de los resultados intermedios obtenidos. A partir de estas huellas se puede aplicar procesos heurísticos que permiten descubrir y elaborar nuevas estrategias (por ejemplo, simplificando una estrategia eliminando grupos de operadores redundantes, reordenando la secuencia de operaciones de manera más efectiva, etc.)

Estas nuevas estrategias generadas han de pasar, antes de ser aprobadas e incorporarse al repertorio del sujeto, el filtro del delimitador de objetivos (*goal-sketch*). Aquellas estrategias no coherentes con este filtro no son incorporadas al repertorio.

Estos nuevos componentes de descubrimiento de estrategias (huellas intermedias de los operadores implicados en una estrategia, procesos heurísticos, comparación con delimitadores de objetivos) únicamente pueden funcionar de manera efectiva cuando existen recursos atencionales suficientes para su puesta en marcha. Esta situación únicamente se da cuando la aplicación de una estrategia ya presente en el repertorio se realiza de manera lo suficientemente automática como para no agotar los recursos del sistema.

En conclusión, las propuestas de Siegler no tienen como objetivo describir el sentido fenomenológico en el que los niños creen resolver un problema, ni describir los sustratos fisiológicos que subyacen a este proceso. De acuerdo con los supuestos de la perspectiva del procesamiento de la información, el modelo de Siegler pretende dar cuenta del comportamiento observado en el niño (y su cambio) proponiendo un conjunto de procesos que actúan de cierta manera sobre representaciones internas de conocimiento. La ejecución y rendimiento real depende de cómo esos procesos y representaciones de conocimiento interactúan mientras el niño intenta solucionar el problema.

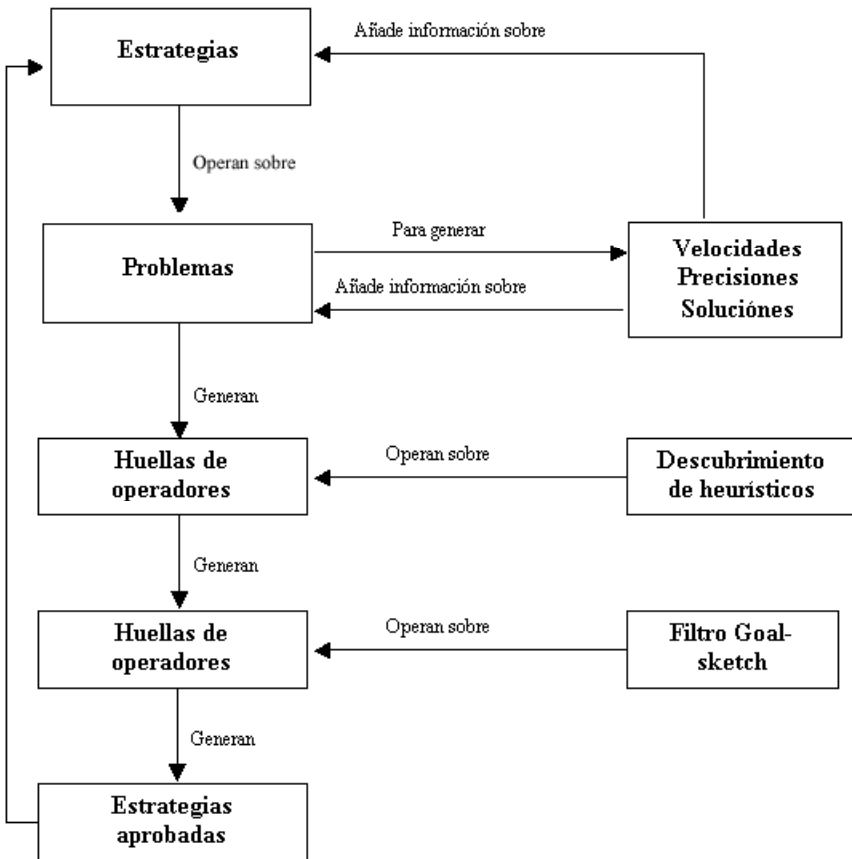


Figura 6.6. Esquema del modelo SCADS (adaptado de Siegler, 2001; p. 47)

En el modelo de Siegler (más que, por ejemplo, en el de Kail que hemos descrito anteriormente) el ambiente, en forma de frecuencia de exposición a cierto tipo de problemas, tiene una influencia importante en el desarrollo, aunque esa

influencia está mediada en todo caso por la manera en la que la información se procesa. De acuerdo con Bjorklund (2000; p. 27), Siegler aplica al desarrollo cognitivo un modelo similar al de la selección natural de Darwin: el niño genera múltiples estrategias, y, en función de las tareas y sus objetivos, algunas de ellas se seleccionan y cada vez se utilizan más frecuentemente. Esta visión de Bjorklund, sin embargo, a nuestro juicio olvida una importante característica del modelo de Siegler: mientras en la clásica teoría Darwiniana la variabilidad y generación de nuevas características era producto del azar, la tendencia de la teoría de Siegler es a dar cada vez más importancia a procesos que actúan como reguladores (los heurísticos) y como filtros (*goal-sketch*) de las estrategias que se llegan a generar en la práctica.

Es importante también hace notar como el modelo de Siegler concibe el desarrollo como componentes que cambian (por ejemplo, las estrategias y su frecuencia de uso), pero también como otros componentes que permanecen invariantes (el proceso de generación de estrategias, el proceso de almacenamiento de información relevante respecto a las estrategias y a los problemas, etc.). Esta arquitectura mental que permanece relativamente invariable, cambiando únicamente la eficiencia con la que funciona, es una de las diferencias de los modelos del procesamiento de la información respecto a, por ejemplo, el tipo de cambio evolutivo que hemos visto desde la perspectiva de Piaget.

La teoría de la huella difusa

Una de las asunciones de la gran mayoría de modelos de procesamiento de la información es que nuestro sistema cognitivo opera con información en forma de representaciones exactas, discretas, no ambiguas. Sobre estas representaciones aplicamos una serie de operaciones también discretas y exactas que dan lugar a unos resultados determinados, de manera similar a como trabaja una computadora.

Sin embargo, quizá nuestro sistema cognitivo no trabaje de forma tan precisa y cuadrículada como un ordenador digital, o al menos eso es lo que piensan los defensores de la denominada teoría de la huella difusa. Sus defensores, entre los que destacan Charles Brainerd y Valerie Reyna, afirman que nuestro sistema cognitivo prefiere trabajar con representaciones difusas de la información y confiando más en la intuición (intuición racional, claro está) y no tanto en la exactitud de la computadora. Otras diferencias respecto a las propuestas tradicionales del procesamiento de la información son su propuesta de que pueden existir de manera paralela representaciones múltiples de una misma información o que el desarrollo hacia formas más maduras de procesamiento y representación implica ventajas, pero también puede traer consigo algunas desventajas (Bjorklund y Miller, 1998; pp. 188-189). En este sentido, es una propuesta que defiende algunas ideas que ya vimos en la teoría de Siegler (recordemos: múltiples estrategias para un mismo problema, presencia de estrategias más sofisticadas que al principio no consiguen una mejora del rendimiento, etc.)

Entre los cimientos que sustentan su propuesta, encontramos las siguientes afirmaciones (Brainerd y Reyna, 1990; Reyna y Brainerd, 1995):

- Las personas somos capaces de generar y trabajar con **representaciones en forma de esencias**, representaciones que son difusas y sólo comprenden los aspectos fundamentales de una determinada información o experiencia (Brainerd y Reyna, 1990; pp. 10-15). En la formación de tales representaciones difusas aplicamos una regla de reducción a la esencia, por la que destilamos de la información aquellos patrones y aspectos fundamentales, conservando estas esencias e ignorando los detalles más precisos. Estas representaciones en forma de esencias (o *gist*) pueden elaborarse a diversos niveles de abstracción.

Por ejemplo, en una situación en la que tenemos tres lápices que difieren únicamente su longitud. Independientemente de conocer exactamente cuanto miden exactamente, a partir de esta situación podríamos elaborar una representación del tipo 'A es largo, C es corto y B no es ni largo ni corto'. Estas representaciones sería una forma de representar la esencia de la situación.

- Una misma información puede ser representada por nuestro sistema cognitivo en niveles de abstracción diferente. Estas diferentes representaciones (o huellas) se sitúan en un continuo que va de lo más esencial y difuso a lo más literal (Brainerd y Reyna, 1990; pp. 15-18). Así, de una misma información podemos tener representaciones independientes, unas más tendentes a lo difuso, otras más a lo literal.

Siguiendo con el ejemplo anterior, una representación del tipo 'a más a la derecha, más largo' sería más esencial que 'A es largo, C es corto y B no es ni largo ni corto'. En el otro extremo del continuo estaría la representación literal y exacta 'A está a la derecha y mide 18 cm. B está en el centro y mide 17 cm. y C está a la izquierda mide 15 cm'. Nuestro sistema cognitivo puede ser capaz de almacenar las tres de forma independiente.

- Nuestro sistema cognitivo, tiende a preferir operar con representaciones o huellas difusas cuando están disponibles (Brainerd y Reyna, 1990; p. 18-24). Ello es porque las representaciones difusas (o esenciales) no solo difieren de las literales no sólo en la cantidad de detalles que incluyen y el nivel de abstracción que implican, sino también otros aspectos importantes. Además, estas representaciones Las representaciones difusas son de más fácil acceso y requieren menos esfuerzo por parte del sistema cognitivo, siendo también . menos vulnerables al olvido y a la interferencia que las representaciones literales.

Así, es más probable que recordemos una huella del tipo 'a más a la derecha más largo' que del tipo 'A mide 18 cm. B mide 17 cm. y C mide 15 cm'.

- Una cuarto principio de la propuesta es que la ejecución de respuestas provoca interferencias en el procesamiento que sigue a esa emisión (Brainerd y Reyna, 1990; pp. 28-29). Estas interferencias pueden ser debidas a dos causas diferentes. Por una parte, mientras el procesamiento es rápido y se realiza en paralelo (puede producir varios resultados y al mismo tiempo), la emisión de las respuestas suele ser más lenta y realizarse estrictamente en

serie (una tras otra), con lo que se convierte en un embudo en el que varias respuestas compiten por emitirse primero. Por otra parte, una vez emitida una respuesta, el feedback que produce puede introducir en nuestra memoria de trabajo información que nos aparte de la línea de procesamiento que llevábamos hasta ese momento.

Desde un punto de vista evolutivo, sin embargo, la relevancia de la teoría reside en que plantea que estos principios de funcionamiento cambian a lo largo del tiempo y pueden explicar ciertos aspectos del funcionamiento cognitivo de los niños. En concreto, los cambios que se proponen son los siguientes:

- Aunque la reducción a la esencia y la formación de representaciones en forma de esencias es un aspecto básico de nuestro sistema cognitivo, a medida que nos hacemos mayores la habilidad para formar este tipo de huellas aumenta.
- A medida que el niño se hace mayor, tiende a confiar cada vez más en las representaciones difusas (o esenciales) que en las representaciones literales.
- En comparación con los niños más mayores y con los adultos, los niños más pequeños se ven sometidos a más interferencia de la respuesta.

Algunas investigaciones han intentado verificar empíricamente estos cambios evolutivos en el funcionamiento cognitivo. Por ejemplo, Brainerd y Gordon (1994) ofrecieron a niños preescolares y de segundo curso de primaria una serie de problemas simples del tipo 'El granjero Brown tiene muchos animales. Tiene 3 perros, 5 ovejas, 7 pollos, 9 caballos y 11 vacas'. Tras la presentación de la situación, se preguntó a los niños sobre su contenido, con preguntas que o bien requerían un recuerdo literal de la información del problema (¿Cuántas vacas tenía el granjero, 11 o 9?) o bien el recuerdo global (¿De qué tipo de animales tiene más el granjero?) o un recuerdo comparativo (¿El granjero tenía más vacas o más caballos?). Se suponía que estas dos condiciones implicaban una representación de la esencia del enunciado.

Los resultados mostraron que, mientras los niños más pequeños lo hacían mejor que los mayores en las preguntas que implicaban disponer de representaciones literales, la tendencia era al contrario cuando están implicadas las representaciones difusas (ver figura 6.7).

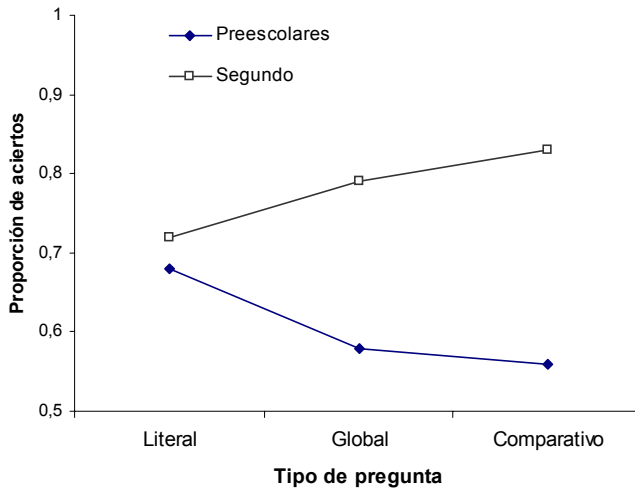


Figura 6.7. Proporción de aciertos en preguntas que implicaban una representación literal o en difusa (forma de esencias) para dos grupos de diferente edad. Adaptado de Brainerd y Gordon (1994; p. 169).

Por otra parte, los estudios comentados en el apartado anterior respecto a la menor resistencia a la interferencia tienen sentido también desde esta propuesta.

La teoría de la huella difusa, que apareció a finales de los años 80, ha ido ganando importancia dentro del panorama del desarrollo cognitivo durante los últimos años. Algunas nuevas aplicaciones de esta propuesta las encontramos al examinar los cambios en la precisión de la memoria para acontecimientos a lo largo de la edad y la susceptibilidad a que ese recuerdo se vea influido (y tergiversado) por información posterior (ver, por ejemplo, Brainerd y Reyna, 1998; Brainerd y Mojardin, 1998; Holliday, Reyna y Hayes, 2002).

Desarrollo y sistemas de producciones automodificados: el modelo de Klahr

La propuesta de Klahr es quizá el mejor ejemplo de modelo de desarrollo 'duro' desde el procesamiento de la información. Su objetivo final estriba en elaborar un programa de ordenador que, de acuerdo con sus propuestas, simule el comportamiento infantil en diversas tareas (Klahr, 1992; Klahr y MacWhinney, 1998).

El concepto fundamental en el modelo de Klahr es el de producción, concepto que toma de las propuestas iniciales de Newell y Simon (1972). Una producción sería una regla del tipo condición-acción que implicaría ciertos comportamientos o acciones (abiertos o encubiertos) que se dispararían cuando la condición se satisface de manera suficiente.

Las producciones generalmente actúan en sistemas e implican a dos estructuras mentales en interacción:

- Por una parte la memoria de trabajo, que contiene una colección de estructura simbólicas denominadas elementos de la memoria de trabajo.
- Por otra parte una memoria de producción, que consiste en una serie de reglas del tipo condición-acción (las producciones). Dentro de sus condiciones, la producción incluye configuraciones de elementos de la memoria de trabajo necesarias para que la acción asociada se ejecute.

Ambas estructuras interactúan a través del ciclo reconocimiento-actuación, que comprende tres procesos diferentes:

1. El proceso de ajuste supone la búsqueda de producciones cuyas condiciones se ajusten al estado actual de la memoria de trabajo. A veces una misma producción puede verse satisfecha por varias configuraciones diferentes de la memoria de trabajo, así como un mismo estado de la memoria de trabajo puede satisfacer varias producciones (produciéndose, en este caso, un conflicto).
2. El proceso de resolución de conflictos (si es que se ha producido tal conflicto) selecciona sólo una de las producciones para aplicarla.
3. El proceso de actuación aplica las acciones asociadas a la producción activada. Estas acciones pueden incluir la modificación de los contenidos de la memoria de trabajo, así como también acciones externas perceptivo-motoras.

Los sistemas de producciones pueden concebirse como pares estímulo-respuesta dinámicos y complejos, en los que tanto el estímulo como la respuesta implican estructuras simbólicas. El proceso básico de reconocimiento-actuación generalmente opera en una serie cíclica: la activación y aplicación de una serie de producciones puede llevar a una alteración de los contenidos de la memoria de trabajo, lo que, a su vez activará nuevas producciones, con lo que se inicia el ciclo otra vez.

Una de las ventajas de los sistemas de producciones es que incluyen una representación del contexto inmediato de la tarea, que ha de especificarse de una manera no ambigua. A partir de esta especificación es posible explicar porqué variaciones en la tarea (algunas pequeñas) pueden producir resultados dispares.

Por otra parte, la exigencia de precisión abarca también a la especificación de las rutinas de procesamiento necesarias para llevar a cabo la tarea y a los recursos cognitivos (por ejemplo, la determinación de la capacidad de memoria de trabajo) que son necesarios para llevarla a cabo.

Tal nivel de concreción es necesario cuando se ha de concretar las propuestas en programas de ordenador que especifican claramente como se estructura la arquitectura y el funcionamiento cognitivo humano. Esta

El objetivo, a partir de estos supuestos fundamentales, y desde un punto de vista evolutivo, es describir diferentes sistemas de producción (en último término, en forma de programas de ordenador) que den cuenta del rendimiento infantil en ciertas tareas en niveles de desarrollo distintos. Se trata, pues de elaborar una

secuencia de modelos de sistemas de producción para una tarea específica de manera que cada modelo represente un nivel de rendimiento diferente. Una vez se haya verificado que estos modelos pueden generar el comportamiento adecuado en cada nivel de rendimiento, se ha de examinar las diferencias que existen entre ellos para inferir el o los mecanismos de transición que permitan pasar de unos a otros.

En cualquier caso, y de acuerdo con los principios del procesamiento de la información, Klahr plantea un sistema de producciones que necesariamente ha de ser automodificable.

El ciclo de reconocimiento-acción antes descrito ofrece al menos tres puntos en los que el sistema de producciones puede cambiar, en los que esta automodificación, puede tener efecto:

1. **Cambio durante el ajuste** de las condiciones de producción a la situación. En este caso, una producción puede cambiar mediante dos mecanismos:

Generalización: se modifican (o se generan nuevas) condiciones en una producción de tal manera que el resultado es más general que antes, aunque retiene las mismas acciones asociadas. El resultado es una producción que se activa ante una mayor diversidad de configuraciones de la memoria de trabajo.

Discriminación: se modifican (o se generan nuevas) condiciones en una producción de tal manera que el resultado es más específico que antes, aunque se siguen reteniendo las mismas condiciones asociadas. El resultado es una producción que se activa ante una configuración más concreta, más restringida, de elementos de la memoria de trabajo.

2. **Cambio durante la resolución de conflictos.** Como hemos comentado anteriormente, si el proceso de ajuste entre configuración de elementos de la memoria de trabajo y las diferentes condiciones de las producciones ha dado como resultado la activación de varias de estas producciones, se trata de determinar cuál de ellas será ejecutada. En este caso el sistema debe mantener un balance entre la necesidad de probar nuevas producciones para mejorar el rendimiento y la necesidad de confiar en las producciones que en el pasado se han demostrado eficaces. Este balance puede cambiar a medida que se adquiere experiencia en la ejecución de producciones.

3. **Acciones y condiciones cambiantes:** en este caso se trata de mecanismos que conducen a generar nuevas producciones, con nuevas condiciones y acciones asociadas. Entre estos mecanismos de generación de producciones destacan dos:

Composición: Este método combina dos o más reglas en una nueva regla que integra las condiciones y las acciones de sus componentes. Es el proceso que subyace a la automatización del comportamiento cognitivo como resultado de la práctica.

Procedimentalización: implica la construcción de una versión muy específica de una regla general. Es un caso de discriminación, porque genera una variante más específica de una producción ya existente, pero las condiciones de aplicación tienden a ser muy diferentes: esta se usa más para dar cuenta de los efectos aceleradores de la automatización.

Este esquema de sistemas de producciones automodificables ha sido aplicado, por ejemplo, a la comprensión de tareas piagetianas de conservación y como evoluciona a partir de la experiencia (por ejemplo, Simon y Klahr, 1995).

No obstante, si bien los mecanismos de automodificación propuestos pueden dar cuenta de un proceso de refinamiento y reorganización de los procesos cognitivos, el propio Klahr (1992; p. 297) reconoce que no son suficientes para dar cuenta de la introducción de operaciones cognitivas totalmente nuevas, que no parecen fundamentarse en otras ya existentes y cuya aparición es difícil de explicar únicamente acudiendo a generalizaciones, discriminaciones, composiciones o procedimentalizaciones. Esta necesidad de dotar al sistema de medios para inventar operaciones totalmente nuevas que permitan mejorar esta ejecución lleva a pensar en mecanismos de tipo metacognitivo. Sin embargo, Klahr no precisa de la misma manera que en el resto de su propuesta cuáles serían estos mecanismos cognitivos y cómo podrían ser implementados en un programa informático y simulados en un ordenador.

Valoración de la explicación del desarrollo de acuerdo con la perspectiva del procesamiento de la información

Tras más de dos décadas de investigación desde la perspectiva del procesamiento de la información, este enfoque de estudio del desarrollo ha generado un cantidad ingente de datos empíricos y de modelos sobre el funcionamiento cognitivo que permiten tener una imagen más precisa de cómo los niños de diferentes edades resuelven gran número de tareas, incluidas algunas de gran relevancia cotidiana.

Entre las aportaciones de esta perspectiva, quizá la precisión sea una de las más importantes. Esta voluntad de describir y explicar de forma precisa el funcionamiento cognitivo es un principio que guía a la mayoría modelos dentro de esta perspectiva, modelos que han de ser capaces de derivar predicciones específicas sobre el rendimiento de los niños y evaluar, cuantitativamente, el ajuste entre las predicciones derivadas del modelo y los resultados reales. Estos modelos suelen especificar tanto el tipo de información relevante para el sistema como las operaciones y transformaciones a las que es sometida esa información para dar lugar a unas consecuencias comportamentales concretas.

Aunque no toda la investigación dentro de esta perspectiva presenta el mismo grado de precisión (es este un parámetro que diferencia a los modelos duros, tan precisos que requieren la construcción de un programa de ordenador que simule el comportamiento humano, y que por ello ha de eliminar toda ambigüedad, de los modelos blandos), es una característica que separa a esta perspectiva de la de Piaget. Como vimos en el capítulo anterior, una de las críticas a la teoría de Piaget es precisamente su alto nivel de abstracción y formalismo, que hace difícil en ocasiones interpretar de manera unívoca el comportamiento infantil.

Esta característica, la precisión y el afán por la cuantificación (lo que va de la mano, metodológicamente, de la confianza casi en exclusiva por el método experimental) sitúa al procesamiento de la información en la línea de la tradición empirista-mecanicista, junto a los modelos asociacionistas y conductistas que históricamente le precedieron. De la mano con el análisis meticuloso de tareas y comportamientos cognitivos está la pretensión de llegar a aislar aquellos procesos u operaciones básicas que ejecuta el sistema procesador de la información y de cuya combinación surge, en último término, todo el comportamiento cognitivo humano, incluso el más complejo. Es, como vemos, una forma de reduccionismo cognitivo paralela al reduccionismo conductual de los modelos E-R y muy alejada del holismo que caracteriza a la teoría de Piaget.

En coherencia con estos principios, la visión del desarrollo del desarrollo desde el procesamiento de la información es muy diferente a la que hemos visto en Piaget: mientras este aboga por un desarrollo discontinuo, que avanza a saltos a través de etapas que implican sistemas cognitivos cualitativamente diferentes entre sí, desde el procesamiento de la información el desarrollo se entiende como una continuidad, como una sucesión de pequeños cambios continuos. A partir de estos cambios continuos, se puede llegar a cierto umbral que permita realizar operaciones que den lugar a cambios en el comportamiento que puedan parecer cualitativamente diferentes, pero en todo caso fundamentados en cambios en dimensiones cuantitativas. Por ejemplo, hemos visto como desde la propuesta de Kail, pequeños cambios en la velocidad de procesamiento pueden dar lugar a importantes cambios en el comportamiento cognitivo observado (el niño pasa a ser capaz, por ejemplo, de poder dedicar recursos de procesamiento a tareas de alto nivel que antes no llegaba a alcanzar).

A partir de esta concepción del desarrollo, los problemas que vimos en la teoría de Piaget respecto a los saltos de estadio a estadio (¿se producen realmente este salto en poco tiempo y para todos los dominios?) aparecen resueltos: no es necesario postular transiciones, ya que el desarrollo aparece de manera continua, como una acumulación de pequeños cambios.

Vinculada a esta dificultad para explicar las transiciones, en el capítulo anterior vimos que otro de los problemas de la teoría de Piaget (y quizá al que se ha dedicado más atención empírica) era su propuesta de una estructura de conjunto que daba cuenta de todo el comportamiento cognitivo del niño y cómo la existencia de desfases horizontales (el niño era capaz de pensar de determinada manera en ciertos dominios, de otra manera en otros) la ponía en tela de juicio. Este problema también pierde sentido contemplado desde la perspectiva del procesamiento de la información: mientras para Piaget lo importante eran los cambios estructurales (y la estructura del pensamiento era una), desde el procesamiento de la información los cambios estructurales pierden relevancia respecto a la importancia de los cambios funcionales: o que cambia son los conocimientos, son estrategias, son reglas, en suma, el cambio se conceptualiza como una progresiva sofisticación o incremento de estos parámetros a través de la experiencia con tareas concretas.

De esta manera, puede ser perfectamente posible que un funcionamiento cognitivo muy sofisticado dentro de un dominio concreto puede convivir con funcionamientos cognitivos más pobres cuando se trata de solucionar tareas

pertenecientes a otros dominios. Esta manera de dar cuenta de la especificidad de dominio en el desarrollo cognitivo (ejemplificada por los estudios de Chi que hemos mencionado en apartados anteriores) fundamentada en la experiencia es una alternativa a otras explicaciones de este fenómeno, como las modularistas, que acuden a explicaciones de tipo innatista.

Respecto a las debilidades de esta aproximación al estudio del desarrollo, uno puntos débiles más señalados de la perspectiva del procesamiento de la información se deriva, paradójicamente, de su punto fuerte central: el objetivo de la precisión ha dado lugar a modelos muy centrados en áreas concretas de desarrollo e, incluso, en modelos que tienen como referente un único tipo o unos pocos tipos de tareas, poco generalizables a otros comportamientos aun cuando partan de ciertos principios comunes que hemos explicitado en la parte inicial de este capítulo. Así, el panorama que presenta la perspectiva del procesamiento de la información es el de una familia relativamente heterogénea de modelos centrados en ámbitos muy concretos, cada uno con sus propios procesos y el de una quizá excesiva atomización, en la que se echa de menos una teoría más comprensiva que permita articular y relacionar de manera satisfactoria todos los modelos entre sí. Esta quizá es una de las razones por la que muchos investigadores todavía se resisten a abandonar el área de influencia piagetiana o, en todo caso, prefieran, como Case, Pascual-Leone o Fisher, incorporar al marco general piagetiano conceptos del procesamiento de la información antes que abandonarlo.

En relación también con la precisión, es necesario también señalar como se consigue en mayor medida al describir y explicar el comportamiento infantil estático, en tanto resuelve tareas cognitivas en determinado momento evolutivo (sea cual sea este), que cuando se trata de dar cuenta del cambio evolutivo, aspecto en el que las teorías del procesamiento de la información suelen tener bastantes más problemas. En este sentido, muchos de los modelos acaban recurriendo a conceptos cercanos a la idea de procesos metacognitivos para explicar cómo los niños son capaces de progresar en su rendimiento a lo largo del tiempo. Sin embargo este tipo de procesos de auto-reflexión, como hemos tenido la ocasión de señalar, son más 'blandos' y menos susceptibles a ser precisados experimentalmente de lo que es habitual desde esta perspectiva, cuando no un nivel de explicación diferente que se aparta de los principios del procesamiento de la información. Como comenta Kuhn:

El ordenador procesador de información, no refleja (de hecho, no puede reflejar) lo que se está llevando a cabo desde un nivel diferenciado de la propia actividad que se lleva a cabo. A diferencia de los humanos, los ordenadores no saben lo que están haciendo. Los ordenadores pueden contemplar o evaluar sus propias acciones sólo en un sentido limitado, el que el programador haya especificado en las operaciones que constituyen esa evaluación [...] pero, una vez más, esas operaciones no están en un nivel diferente que las propias operaciones de procesamiento (Kuhn, 1992; p. 247, la traducción es nuestra).

La evolución de Siegler, quien incorpora en las nuevas versiones de su teoría del desarrollo en la resolución de problemas aritméticos cada vez más procesos de alto nivel, que podríamos considerar metacognitivos, es un buen ejemplo de

cómo desde el procesamiento de la información se tiene que echar mano de este tipo de conceptos para dar una explicación convincente sobre el desarrollo.

Otro punto débil frecuentemente señalado (Greeno, 1989, Pozo, 2000) es la insuficiencia de la metáfora del ordenador para dar cuenta ya no de todo el rango de comportamiento humano, sino incluso del comportamiento cognitivo. Esta perspectiva ha sido acusada de dejar de lado aspectos tan importantes para el funcionamiento cognitivo como son la creatividad, la motivación, los intereses, los deseos, aspectos que son poco explicables desde una concepción del sistema cognitivo como una máquina de procesar. Quizá esta limitación subyace a los pocos intentos de relacionar los modelos de procesamiento de la información, vinculados a aspectos cognitivos, a otras facetas del desarrollo no cognitivas (por ejemplo, el conocimiento social, el conocimiento moral, etc.). En contraste, la teoría de Piaget destaca precisamente en faceta, la de relacionar un cuerpo teórico inicialmente destinado a describir el desarrollo de la inteligencia con el desarrollo de otros aspectos igualmente relevantes del desarrollo infantil, siendo este un terreno especialmente fértil en la generación de nuevas hipótesis. En conjunto, la teoría de Piaget nos ofrece una imagen global y comprensible del desarrollo que quizá se echa en falta desde la perspectiva del procesamiento de la información.

Psicología cognitiva, procesamiento de la información y educación

La psicología cognitiva y del procesamiento de la información no únicamente revolucionó la manera de entender los procesos psicológicos básicos y el desarrollo, liberándolos de las restricciones del conductismo, sino que rápidamente desde Psicología de la Educación aparecieron modelos de este tipo.

Así, el aprendizaje deja de ser entendido como la aparición de nuevas respuestas, como el cambio en la conducta observada, para pasar a referirse fundamentalmente al cambio de conocimientos, al cambio en las ideas, en las representaciones, en las estructuras mentales del alumno. Este cambio deja de ser entendido exclusivamente como la formación de nuevas asociaciones para poder abarcar también cambios de naturaleza más reconstructiva que permitan reconstruir las estructuras de conocimiento que posee el alumno.

Sin embargo, hemos de resaltar como no toda la psicología del procesamiento de la información tiene su correspondencia en teorías y conceptos utilizados o generadas desde la Psicología de la Educación. En concreto, aquellas versiones más 'blandas' (según la terminología que hemos definido en secciones anteriores de este capítulo) son las que generalmente tienen más predicamento en Psicología de la Educación, mientras que la simulación por ordenador y los formalismos de los lenguajes de programación han sido, comparativamente, menos fructíferos en esta disciplina.

Así, si el alumno del conductismo era un receptor pasivo de asociaciones entre estímulos y respuesta, el alumno (y el profesor) del cognitivismo es activo, es capaz de procesar la información que recibe, de elaborar estructuras de conocimiento y utilizar las que ya tiene para dar sentido a la información, de planificar y autorregularse. En concreto, desde este punto de vista son al menos cuatro los aspectos con los que está dotado el alumno y que son claves para entender el proceso de enseñanza y aprendizaje:

- Procesos básicos de aprendizaje, entre los que se incluyen la percepción, la atención y la codificación, el almacenamiento y la recuperación de información.
- La base de conocimientos, que, como hemos visto en anteriores apartados de este capítulo, incluye las estructuras de conocimientos que posee la persona, ya sean estos de tipo declarativo o procedimental, implícitos o explícitos, etc.
- Ciertos conocimientos estratégicos y metacognitivos, que, como también hemos visto en apartados anteriores, incluyen entre otras competencias las relacionadas con la planificación, la supervisión y evaluación de los propios procesos cognitivos, así como conocimientos sobre los procedimientos adecuados para resolver distintos tipos de tareas y sobre cómo funciona nuestro sistema cognitivo.
- Los estilos cognitivos, que establecen diferencias individuales respecto a ciertas preferencias para procesar la información de una u otra manera.

De manera similar, el profesor también es un actor activo en el proceso de enseñanza y aprendizaje, y posee también competencias que debe poner en juego para facilitar el aprendizaje de sus alumnos. El profesor es, desde este punto de vista, tan estratégico y planificador como los alumnos, y posee, al igual que ellos, una serie de conocimientos implícitos que van a guiar su comportamiento. Su misión ha de ser la confección y organización de experiencias didácticas que por una parte ayuden a los alumnos a construir esquemas adecuados de la realidad (conocimientos) y que por otro fomenten su capacidad estratégica y su habilidad de adquirir modos de aprendizaje autónomos.

Así, el procesamiento de la información concibe el proceso de enseñanza y aprendizaje como aquel en el que un alumno adquiere progresivamente cada vez mayor grado de maestría sobre ciertos dominios de conocimiento, se hace cada vez más experto en esos dominios. Este 'convertirse en experto' (al menos en comparación con el punto de partida) incide en dos procesos básicos que resaltaremos:

- El aumento en la base de conocimientos, tanto en referencia a la cantidad de conocimiento como respecto a la formación de conocimientos significativos y estructurados.
- La adquisición de una serie de estrategias de aprendizaje y de conocimientos y habilidades metacognitivas que permitan al alumno conocer de manera cada vez más eficiente y autónoma conocimientos nuevos sobre determinado dominio.

Así, de entre las múltiples líneas de investigación educativa que ha generado el modelo cognitivo y del procesamiento de la información, vamos a seleccionar y exponer brevemente únicamente dos: los esquemas, como formas de conocimiento organizadas, y las estrategias de aprendizaje. Junto con estos dos temas, trataremos un tercero, la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel. Esta teoría es quizá la más influyente teoría de la instrucción de corte cognitivo y, como veremos, resume muchos de los supuestos de los que parte esta forma de ver los procesos educativos.

Somos conscientes de que esta selección olvida muchos otros temas educativos susceptibles de ser tratados desde una óptica cognitiva, incluso algunos de ellos no estrictamente cognitivos, como es el caso de la motivación y el papel que juegan las expectativas y las metas en este proceso (ver, por ejemplo, Alonso y Montero, 1999). Sin embargo, una exposición más exhaustiva rebasa los límites y objetivos del presente proyecto.

El aprendizaje significativo de Ausubel

Ausubel es sin lugar a dudas uno de los pioneros en la aplicación de un enfoque puramente cognitivo en la explicación de los fenómenos educativos. En una época, como era la de los años 60 del pasado siglo, en la que las aproximaciones que dominaban en Psicología de la Educación eran las conductistas, su teoría es una ruptura con este marco, y nos habla del aprendizaje no como un cambio en el repertorio comportamental, sino como un cambio en el repertorio de conocimientos del alumno, cambio en el que el conocimiento previo y los procesos mentales que pone en marcha el propio alumno tendrán, como veremos, un papel fundamental.

Quizá por ello su teoría, denominada teoría del aprendizaje verbal significativo o teoría de la asimilación, ha sobrevivido al paso de los años y es una propuesta en la que todavía hoy numerosos investigadores trabajan (ver, por ejemplo, la puesta al día de la teoría de Ausubel que lleva a cabo Novak, 1998), con aportaciones que se han integrado dentro de otros marcos explicativos (ver, por ejemplo, Coll 1999) y que ha inspirado aplicaciones prácticas, como son los mapas conceptuales, de uso frecuente en el aula.

¿Qué es aprender significativamente?

La teoría de Ausubel se asienta en el concepto que le da nombre, el **aprendizaje significativo**. Para Ausubel, este es el tipo de aprendizaje que se produce cuando el alumno es capaz de relacionar e integrar la nueva información, los nuevos contenidos, dentro de las estructuras de conocimiento que poseía previamente. Cuando se produce este aprendizaje significativo, la nueva información adquiere sentido a la luz del conocimiento previo, originándose una estructura de conocimiento más diferenciada que a su vez servirá de fundamento para posteriores aprendizajes. Así, cuando se produce un aprendizaje significativo, tanto el nuevo conocimiento como el conocimiento previo resultan

transformados para dar lugar a una nueva estructura integrada. Este proceso de modificación mutua es denominado por Ausubel proceso de asimilación.

Este aprendizaje significativo se opone a lo que Ausubel denomina aprendizaje repetitivo (o receptivo), una forma de aprender en la que el alumno no integra la información nueva con la ya existente, sino que se limita reproducir cognitivamente de manera literal el nuevo conocimiento. En el aprendizaje repetitivo no se dan los procesos de transformación mutua implicados en la asimilación del nuevo conocimiento.

Esta oposición entre aprendizaje significativo y aprendizaje repetitivo se ha de entender no como una dicotomía, sino como dos extremos dentro de un continuo que caracteriza el tipo de aprendizaje que se produce. Junto con este continuo, Ausubel define otro relacionado con la manera de estructurar las situaciones de enseñanza y de presentación de contenidos. En los extremos de este segundo continuo encontraríamos por una parte el aprendizaje receptivo, en el que el contenido se presenta al alumno en su forma final, acabada, y por otra el aprendizaje por descubrimiento, en el que el alumno mismo ha de descubrir los contenidos.

Estas dos dimensiones se cruzan para definir un espacio en el que se sitúan los diferentes tipos de actividades instructivas (ver figura 6.8). De esta manera, el aprendizaje significativo no está especialmente vinculado a determinadas formas de instrucción, sino que puede ser logrado a partir de cualquiera de ellas. En todo caso, constituye una meta de los procesos de enseñanza y aprendizaje, ya que los conocimientos aprendidos de manera significativa:

- Se recuerdan mejor y durante más tiempo, aunque quizá no de forma literal, sino en función de la transformación que haya aplicado sobre ellos el alumno para asimilarlos.
- Aumenta la capacidad de aprender nuevos contenidos relacionados.
- Facilita su reaprendizaje si llegamos a olvidarlos.

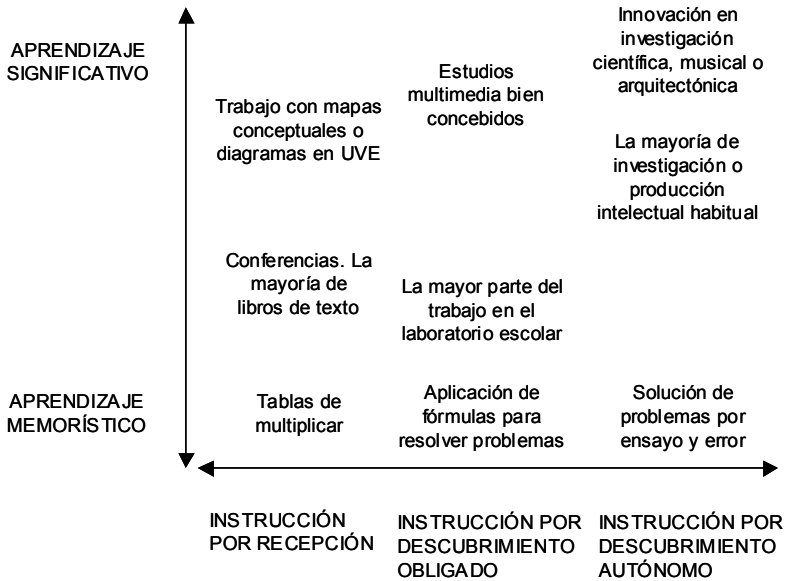


Figura 6.8. Ejemplos de diferentes actividades instructivas clasificadas en función de las dos dimensiones relevantes para Ausubel (Adaptado de Martín y Solé, 1999; p. 93).

Desde el punto de vista de Ausubel se identifican tres condicionantes que favorecen los aprendizajes significativos (Martín y Solé, 1999; p. 93):

- El primero de ellos es la estructura y organización interna de los materiales objeto de aprendizaje. El lo que denomina la **significación lógica** del material, que ha de ser coherente, no arbitrario.
- En segundo lugar, Ausubel habla de la **significación psicológica** del material, que se refiere a que el alumno debe poseer algún tipo de conocimiento previo relevante respecto al nuevo material, ha de disponer de una estructura cognitiva activa dispuesta a servir de base para entender y acoger los nuevos conocimientos.
- Por último, Ausubel alude una **disposición favorable** a aprender los nuevos contenidos, y a aprenderlos de manera significativa, intentándolos relacionar con aquello que ya sabe. Si el alumno no dispone de esta motivación, y a veces es difícil porque aprender repetitivamente puede costar menos esfuerzo, aprendizaje significativo no aparece.

Como podemos apreciar, esta forma de ver el aprendizaje significativo enfatiza el papel de elaboradores y estructuradores del contenido que pueden tener los maestros, pero sobre todo enfatiza el papel del alumno en el aprendizaje. Sin una disposición favorable y, lo que es quizá más importante desde el punto de vista de Ausubel, sin un conocimiento previo activado, por muy significativo lógicamente que se presente un material no se producirá aprendizaje significativo.

El proceso de asimilación

Como hemos comentado, por asimilación Ausubel entiende el proceso de integración entre los conocimientos nuevos y los ya existentes.

En esta integración dota de gran importancia al concepto de inclusor. Un inclusor sería aquel concepto o conjunto de conceptos que el alumno ya posee y que actúan como anclaje, como vínculo, con la información o el conocimiento nuevo. El proceso de interacción entre los inclusores y el nuevo material se denomina inclusión obliteradora y, como hemos comentado, supone en el caso de que se produzca una verdadera asimilación (un aprendizaje significativo), que se ven modificados tanto los inclusores como el conocimiento recientemente adquirido.

La teoría de Ausubel propone que la estructura cognitiva del sujeto se organiza en forma de red conceptual jerárquica, en la que los diferentes conceptos se relacionan los unos con los otros y entre ellos se establecen relaciones de subordinación y supraordinación. Los conceptos de esta red que se relacionan más estrechamente con el nuevo material son los que actúan como inclusores que permiten su asimilación.

A partir del proceso de asimilación, estas jerarquías conceptuales se transforman, se hacen más complejas y precisas. Este proceso de cambio a partir de la interacción con nuevos materiales puede tener lugar en tres sentidos (Martí y Onrubia, 1997):

- Si los conceptos inclusores son de rango superior al nuevo material, la asimilación de este supone una diferenciación progresiva de la estructura cognitiva de conocimientos. Es decir, el nuevo conocimiento pasará a ser una extensión, un nuevo ejemplo, una excepción, etc. de conceptos o principios más genéricos que ya existían previamente. Esta forma de asimilación supone un enriquecimiento y/o especificación de estos conceptos previos. La nueva información se sitúa en un nivel subordinado de la jerarquía conceptual.
- Si los conceptos inclusores son de igual rango que el nuevo material se produce un aprendizaje combinatorio. Ambos se situarán en el mismo nivel de la jerarquía conceptual.
- Si los conceptos inclusores son de rango inferior a los implicados en el nuevo material se produce lo que se denomina una reconciliación integradora, que implica un reajuste de relaciones para incluir el aprendizaje previo como una especificación o un caso del principio o concepto general que acabamos de aprender.

En cualquier caso, se trata de una transformación que implica mantener la coherencia de las estructuras jerárquicas de conocimiento.

A partir de estas ideas, Ausubel plantea manera de favorecer el aprendizaje significativo. Entre las herramientas se encuentran los organizadores previos. Estos organizadores son entendidos como materiales previos que tienen la misión de preparar y activar los inclusores relevantes para que el proceso de asimilación de lugar a un aprendizaje lo más significativo posible.

Estos organizadores previos ha de ser por una parte materiales mucho más genéricos que el nuevo material a aprender, y por otro lado han de estar

formulados en términos familiares para el alumno. Además, han de tener muy en cuenta el conocimiento previo del alumno, de manera que pueda enlazar de manera explícita eso que el alumno ya sabe con lo nuevo que se pretende que aprenda. Si estas condiciones se cumplen, pueden desempeñar una función de puente entre ambos y favorecer el aprendizaje significativo (Martí y Onrubia, 1997).

En este sentido, los mapas conceptuales o los diagramas en UVE han sido investigados profusamente y aplicados en el aula (especialmente el primero) como instrumento organizador previo. En ambos casos, se trata de instrumentos que ayudan a que el alumno reflexione y represente su conocimiento sobre parcelas específicas de conocimiento. Estos instrumentos pueden contemplarse como una manera de enlazar las propuestas de Ausubel y la importancia que concede a los conocimientos previos con otras de tipo estratégico y metacognitivo de las que hablaremos posteriormente, que inciden en una toma de conciencia por parte del alumno de lo que significa aprender y qué procedimientos puede poner en marcha para aprender mejor.

Los esquemas de conocimiento

Como hemos comentado en otros apartados de este mismo capítulo, el concepto de esquema es básico desde la psicología cognitiva y del procesamiento de la información. Los esquemas son estructuras de conocimiento que nos permiten seleccionar, interpretar y predecir los acontecimientos que experimentamos.

Así, hemos de tener en cuenta que el alumno posee una serie de conocimientos previos en forma de esquemas que es fundamental tener en cuenta. También, desde un punto de vista educativo, hemos de facilitar información de manera que la formación de nuevos esquemas o la integración con esquemas anteriores del alumno se facilite, al igual que hemos visto en la teoría de Ausubel.

Los esquemas activados en determinado momento van a guiar la selección que el alumno realice sobre la información que se le presenta, el modo en el que va a interpretar esa información y las posibles inferencias que pueda realizar, acertadamente o no. Rumelhart y Norman (citados en Sierra y Carretero, 1990; pp. 156) diferencian entre tres tipos de aprendizaje desde la teoría de los esquemas:

- El aprendizaje por agregación, que supone la aplicación un esquema ya existente a una nueva situación para la que es válido. En este caso el esquema no se modifica, sino que simplemente se generaliza a una nueva situación, situación que pasa a convertirse en una nueva clave que activa ese esquema.
- El aprendizaje por ajuste, que implica cambiar algunos de los aspectos que forman parte de un esquema a partir de la experiencia de su aplicación, pero sin reestructurarlo por completo. Se trata simplemente de un refinamiento del esquema ya existente, a veces diferenciando mejor sus diferentes partes para hacerlo más preciso, a veces reemplazando un aspecto que se creía fijo por un rango de posibles valores variables (lo que implica que el esquema se

puede aplicar a un abanico mayor de situaciones), a veces haciendo todo lo contrario, sustituyendo un aspecto variable por uno fijo (lo que supondrá una especialización del esquema y su aplicación a un rango menor de situaciones).

- El aprendizaje por reestructuración, por último, implica reorganizar los esquemas existentes para dar lugar a nuevas formas o incluso a esquemas nuevos. Esto puede suceder integrando esquemas diferentes en un único patrón que da cuenta de ciertas regularidades que hemos captado a partir de la experiencia (se trata de un proceso inductivo), o bien generando esquemas con una estructura parecida a otros ya existentes y que nos facilitan así comprender un nuevo aspecto de la realidad. En este caso estaríamos hablando de un proceso analógico.

Diferentes procedimientos instructivos y de evaluación pueden incidir en un tipo de aprendizaje u otro. Así las reestructuraciones pueden ser potenciadas por medio de explicaciones y pruebas de evaluación que utilicen ejemplos o metáforas (en el caso de las analogías) o por medio de explicaciones que intenten poner en duda los conocimientos previos del alumno y que evalúen el aprendizaje por medio de resolución de problemas nuevos (en el caso de la inducción). Otros métodos como la práctica extensiva y las evaluaciones en forma de pruebas de rapidez y fluidez podrían favorecer especialmente el ajuste, mientras que por su parte la agregación se ve potenciada por la repetición y las pruebas de reconocimiento (Pozo, 1989; p. 143).

Un concepto más reciente y más elaborado quizá que el de esquema es el de **teoría implícita** (Rodríguez, Rodrigo y Marrero, 1993). Una teoría implícita es un conjunto integrado de creencias y conocimientos que, al igual que las teorías científicas, intentan describir y explicar determinado dominio de la realidad. Al igual que los esquemas, son conjuntos organizados y estructurados, pero, a diferencia de los esquemas, no hacen referencia a cierta rutina de acontecimientos o escenas, sino más bien a las causas y efectos subyacentes en cierto dominio de conocimientos.

Estas teorías implícitas, de 'sentido común', se diferencian de las teorías científicas al menos en los siguientes aspectos:

- El objetivo del conocimiento científico es llegar a la verdad, elaborar esquemas conceptuales correctos. Es decir, el científico es consciente de que está elaborando modelos de la realidad que pretenden describirla, explicarla y predecirla, su objetivo es por ello **epistemológico**. Por el contrario, el lego define ya su conocimiento de sentido común como realidad y lo utiliza para adaptarse y afrontar los problemas de la vida cotidiana, es su anclaje básico con el mundo. El objetivo del sentido común es **pragmático**, sirve de fundamento sobre el que actuar y dar sentido a nuestro comportamiento y al de los demás. El mundo del científico no es, como el del lego, el mundo de la acción inmediata y la resolución de problemas mal definidos, sino el mundo del laboratorio, de la aplicación de procesos formales y algoritmos exhaustivos a problemas generalmente bien definidos. Como señalan Rodríguez, Rodrigo y Marrero (1993), el conocimiento cotidiano ha de ser útil, el científico, cierto.

- Las **circunstancias sociales** en las que se originan y desarrollan el pensamiento científico y el de sentido común también son muy diferentes. Mientras las teorías implícitas se elaboran y mantienen en las conversaciones cotidianas, las teorías científicas se construyen en contextos en los que las personas ocupan roles y categorías que otorgan a sus propuestas mayor o menor valor. Los grupos sociales que dan lugar al conocimiento científico poseen reglas explícitas y muy precisas y estrictas que intentan definir con nitidez la frontera que separa los conocimientos válidos de aquellos que no lo son. Actúan como una forma de control del conocimiento que se produce. Estas reglas, si bien también están presentes en la vida cotidiana, son en esta más flexibles e implícitas.
- Mientras que las teorías científicas son **explícitas**, las teorías de sentido común suelen ser **implícitas**. Las teorías científicas poseen formulaciones verbales o formales sistemáticas que podemos encontrar en libros y revistas utilizadas por la comunidad científica como vías de comunicación. En cambio, el sentido común es lo dado por supuesto, lo que no es necesario explicitar porque es lo compartido y lo subyacente.
- En relación a esto se encuentra el hecho de que las teorías científicas son necesariamente **coherentes y consistentes**, mientras que el sentido común es a veces contradictorio e inconsistente. La coherencia es un prerequisite necesario para la supervivencia y difusión de una teoría científica. Si estas no fuesen coherentes, debido a su carácter explícito, serían duramente criticadas y rápidamente descartadas por la comunidad científica, si es que hubiese accedido siquiera a publicarse. En cambio, las concepciones de sentido común, al permanecer subyacentes, son más **tolerantes a la inconsistencia** y a la falta de precisión lógica, podemos aplicar en una situación conocimientos que se contradigan con los que aplicaríamos en otra.
- Por otra parte, para elaborar una teoría científica y ponerla a prueba se sigue una lógica deductivista basada en la **falsación**. Es decir, el científico elabora sus hipótesis a partir de derivaciones lógicas de la teoría y, si al confrontarlas con la realidad el ajuste no se produce, resulta necesario bien modificar algún la teoría o bien desecharla. Por el contrario, en nuestras teorías profanas la conclusión se define antes de su contrastación con la realidad y es la que dirige el razonamiento hacia la acumulación de evidencia que la apoye, ignorándose en ocasiones posibles datos contrarios a ella. Se trata de reafirmar y demostrar una conclusión ya conocida y definida normativamente y que prima sobre el resto del razonamiento. El sentido común posee una clara **tendencia confirmatoria** y es difícil de modificar aun cuando a veces parezca que lógicamente no funcione.
- También es diferente su concepción de la causalidad. El pensamiento científico distingue claramente entre **causas y efectos**. En sus diseños procura controlar exhaustivamente la presencia de factores extraños que puedan intervenir en las relaciones que se quieren poner a prueba, a las vez que suele tener en cuenta la interacciones entre factores. El pensamiento ordinario, en cambio, es mucho más proclive a atribuir causalidad allí dónde sólo hay una mera **coocurrencia de acontecimientos**, muchas veces

guiado por la tendencia a la confirmación de conclusiones de la que hablábamos anteriormente.

- Por último, las teorías científicas suelen poseer un alto grado de **abstracción**. Los conocimientos suelen encontrarse organizados en sistemas de proposiciones más o menos formalizadas que se encuentran lógicamente relacionadas entre sí. Los conceptos que utiliza suelen ser abstractos y adquieren sentido en virtud de las relaciones que establecen con otros elementos del sistema teórico. En cambio, el pensamiento cotidiano aparece dominado por lo figurativo, por lo **concreto**. Por ello, tiende a transformar conceptos abstractos en imágenes y relaciones que simplifican las representaciones y con las que el sentido común se siente cómodo.

Una cuestión central del concepto de teoría implícita en lo que respecta a la Psicología de la Educación es, en consecuencia, la relevancia en primer lugar de su identificación, ya que estas teorías implícitas van a ser el marco interpretativo que utilicen los alumnos para acercarse a determinados ámbitos de la realidad. En segundo lugar, se trata de encontrar los mejores procedimientos para sustituir las explicaciones de sentido común por explicaciones científicas. Esta sustitución, sin embargo, no es siempre fácil debido a la diferente naturaleza de ambas, con lo que el objetivo educativo adecuado será más bien modificar estas explicaciones de sentido común para hacerlas compatibles con las explicaciones científicas, o incluso propiciar la coexistencias de ambas y su aplicación discriminada en función de los contextos. En este sentido, los procesos psicológicos de comparación de marcos contradictorios, de generación de problemas que los pongan en conflicto o de explicitación y toma de conciencia sobre las múltiples representaciones de la realidad, como se diferencian entre ellas y las contradicciones que implica el tipo de conocimiento (el cotidiano e implícito).

Recientemente, sin embargo, frente a estos conceptos de esquema y teoría implícita ha surgido un concepto alternativo, los **modelos mentales**, que intentan captar la naturaleza dinámica de las representaciones que la persona tiene activas en determinada situación y que define la manera en la que interpreta los acontecimientos (Rodrigo, 1997).

El modelo mental, a diferencia de los esquemas o las teorías implícitas, no es una estructura semántica y generalizada que extraemos de la memoria a largo plazo a partir de la detección de ciertos elementos clave que la activan. Es una representación de tipo episódico que los individuos construyen dinámicamente mientras experimentan los acontecimientos y que sirven para explicarlos en sus circunstancias concretas. De esta manera, situaciones similares pueden elicitar la construcción de modelos mentales diferentes, que se actualizan momento a momento en respuesta al cambio de circunstancias y que pueden extraer información de diferentes esquemas. De alguna manera, los modelos mentales serían mediadores entre lo genérico, representado por los esquemas, y las situaciones concretas.

Este nuevo concepto de modelo mental enfatiza la labor del profesor no sólo como 'cambiador de esquemas', sino como actor que debe ayudar a construir una situación educativa en la que se active cierto conocimiento previo y que facilite este cambio. Este énfasis en la actividad del profesor, en el intercambio

comunicativo en línea como determinante de los marcos interpretativos que se despiertan en los alumnos, en la importancia de las tareas y demandas que se proponen sobre los productos cognitivos que es capaz de realizar el alumno, acercan este tipo de enfoque cognitivo a ciertas propuestas de tipo sociocultural, que destacan el carácter situado y compartido de la cognición y que veremos en el capítulo siguiente (Rodrigo y Correa, 1999).

Las estrategias de aprendizaje

Dentro de la visión del alumno como actor activo capaz de aprender de manera autónoma, que se defiende desde la perspectiva cognitiva y del procesamiento de la información, las estrategias de aprendizaje representan una línea de investigación muy relevante.

Podemos definir una estrategia de aprendizaje como una secuencia de actividades cognitivas integradas que se ponen en marcha con el fin de facilitar la adquisición, almacenamiento o utilización de la información (Nisbet y Shucksmith, 1986). Así definida, podemos comprender la importancia de este concepto para la Psicología de la Educación, ya que va a ser una de las claves para conseguir por una parte que el estudiante aprenda más y de forma más eficiente, y por otra que pueda conducirse eficazmente ante cualquier tipo de situaciones de aprendizaje, así como aplicar los conocimientos estratégicos adquiridos a situaciones nuevas.

La noción de estrategias de aprendizaje como medio para aumentar la eficiencia de nuestro rendimiento cognitivo está unida a la noción de metacognición que ya hemos comentado en otros apartados de este capítulo (ver, por ejemplo, Pozo, Monereo y Castelló, 1999; pp. 222 y siguientes). Este vínculo se establece al menos por dos vías (Martí, 1999, p. 112):

- Por una parte, la aplicación de estrategias supone la puesta en marcha de mecanismos reguladores que supervisen su funcionamiento. Este aspecto regulatorio está, como hemos visto, dentro de las habilidades metacognitivas.
- Por otra, las estrategias (a diferencia de las técnicas) suponen una planificación y secuenciación intencional, consciente, de las actividades necesarias para alcanzar una meta en un contexto concreto. Esta actividad consciente y reflexiva que implica el uso de estrategias también las vincula a un conocimiento de cómo funciona nuestra mente, con qué recursos contamos, etc. conocimiento este que es también de carácter metacognitivo.

Así, si bien podemos concebir las estrategias de aprendizaje como meras técnicas automatizadas que aplicamos ante determinadas tareas, su carácter flexible y verdaderamente estratégico (y no meramente técnico) se lo proporciona la capacidad para, teniendo en cuenta nuestro metaconocimiento, planificarlas de la manera más ajustada posible, supervisarlas a medida que las ejecutamos y evaluar la eficiencia conseguida, de manera que podamos extraer conclusiones para posteriores situaciones.

De acuerdo con la distinción tradicional de Craik (Craik y Lockhart, 1972; Craik y Tulving, 1975) entre niveles de procesamiento superficiales y profundos, distinción que vinculaba el rendimiento cognitivo (en concreto, mnemónico) a la manipulación y elaboración que el sujeto empleaba para codificar la información que recibe, los procesos que los alumnos ponen en marcha para abordar tareas cognitivas se han distribuido en un continuo que va de lo superficial a lo profundo. Así, un 'enfoque superficial' se caracterizaría por un incremento del conocimiento a partir de la repetición o la memorización, mientras que un 'enfoque profundo' buscaría la comprensión y la abstracción de significados.

Fundamentándose en esta distinción, Pozo (1990; pp. 206-209) clasifica las estrategias de aprendizaje en función del tipo de aprendizaje en el que se fundamentan: la asociación, que implica tratar la información de forma literal, y la reestructuración, que implican otorgar significado al material, vinculándolo a conocimientos previos. Dentro de las estrategias asociativas destaca el repaso, mientras que dentro de las reestructuradoras encontramos las estrategias de elaboración y las de organización. Cada una de las estrategias tiene más eficacia o menos en función del material al que se aplique. Así, las estrategias de repaso pueden ser eficaces cuando los materiales carecen de significado, mientras que para los materiales con una estructura de interrelaciones internas funcionarían mucho mejor las estrategias de elaboración o, incluso mejor, las de organización.

Una línea de investigación y práctica desarrollada a partir de estas ideas es la enseñanza de estas estrategias que se suponen tan importantes para el aprendizaje del alumno, con el objetivo de que este llegue a ser autónomo en su aprendizaje, comprenda los contenidos y sepa como seguir aprendiendo sobre ese dominio de conocimiento. Los procedimientos para enseñar este tipo de estrategias son múltiples y comprenden, entre otros, los siguientes (Hernández; 1998; p. 156):

- La ejercitación: consiste en que el profesor explicita verbalmente cómo se usa determinada estrategia y, acto seguido, permitir que el alumno la utilice con ciertas tareas bajo la vigilancia del profesor, que evaluará los resultados obtenidos y el modo de llevarla a cabo.
- El modelado: el profesor explicita qué es lo que piensa o hace mientras está resolviendo determinado problema, de manera que pone al descubierto la ejecución de las estrategias, especialmente aquellas partes encubiertas que no son directamente observables por pertenecer al dominio del pensamiento. De esta manera el alumno puede tomar ejemplo de la estrategia y aplicarla después a sus propias tareas.
- Se trata de que el profesor, además de explicitar cada uno de los pasos, razone el porqué de la secuencia que sigue, que variables tiene en cuenta, cuáles son los criterios que guían su toma de decisiones, qué alternativas se tienen en cuenta, como se regula la ejecución de la tarea, en función de qué se evalúan los resultados y en qué medida podemos extraer lecciones de estos resultados.
- Análisis y discusión metacognitiva: en este procedimiento se insta a los alumnos a explicitar en voz alta sus procesos de pensamiento y toma de decisiones cuando están resolviendo alguna tarea de aprendizaje., para luego

discutir y analizar esas estrategias bien con el profesor, bien con otros compañeros.

- Hojas de pensamiento: Esta técnica consiste en proporcionar a los alumnos una pauta, en forma de preguntas o afirmaciones, que tienden a promover determinado el seguimiento de determinadas estrategias y regulación del proceso de pensamiento. Así, el alumno tiene un modelo a seguir externalizado que favorece el pensamiento reflexivo.

En este sentido, algunos de estos procedimientos de enseñanza de estrategias de aprendizaje pueden también interpretarse desde una óptica vigotskiana como un proceso en el que primero el alumno sigue la estrategia sólo con ciertas ayudas externas (del profesor, de una instrumento en forma de pauta) para, poco a poco, conseguir interiorizar la estrategia y utilizarla de forma espontánea y efectiva para la solución de nuevos problemas.

El estudio de las estrategias, por otra parte, no sólo tiene sentido en relación con el alumno, sino también en relación con el profesor, quién también es concebido como un actor estratégico que pone en marcha procedimientos para facilitar el aprendizaje de los alumnos. En este sentido, podemos hablar de estrategias de enseñanza (o instruccionales), más que de estrategias de aprendizaje. En coherencia con un modelo cognitivo, estas estrategias se pueden clasificar en función del objetivo cognitivo que se pretende conseguir en los alumnos. Por ejemplo, Hernández (1998; pp. 151-154) distingue entre:

- Estrategias para activar conocimientos previos y establecer expectativas adecuadas en los alumnos.

Gracias a ellas, el profesor puede primer conocer qué saben los alumnos y después poder utilizar este conocimiento para diseñar la secuencia instructiva más adecuada. Por otra parte, se trata de compartir con los estudiantes ciertos objetivos de aprendizaje, de manera que estos obtengan con más facilidad el sentido de los aprendizajes que va a realizar y sepan qué se espera que aprendan.

- Estrategias para orientar la atención de los alumnos..

En este caso se trata de mantener la atención de los alumnos y señalar qué aspectos son clave en los contenidos o qué tipo de relaciones se pueden establecer entre estos y los aprendizajes o conocimientos pasados, de manera que los recursos del estudiante se concentren en aquello que es más importante.

- Estrategias para organizar la información nueva.

Este tipo de estrategias garantizan la significación lógica del contenido, de manera que se facilite, en términos de Ausubel, su significación psicológica. El uso de esquemas, resúmenes iniciales o finales, mapas conceptuales, etc. es fundamental en este tipo de estrategias.

- Estrategias de elaboración o enlace con conocimientos previos y material por aprender.

Mediante este tipo de estrategias el profesor se asegura que los contenidos se anclan en lo que los estudiantes ya saben y, por otra parte, se prepara el terreno para facilitar nuevos aprendizajes.

La visión que hemos expuesto de las estrategias de aprendizaje, que las entiende como competencias generalizables que es posible aprender y enseñar de manera descontextualizada. Se suponía que el alumno después iba a ser capaz de transferir de manera sencilla esas competencias a las tareas cotidianas que lo precisaran. No obstante, otros enfoques más recientes, con una visión más cercana a las teorías socioculturales que expondremos en el siguiente capítulo, las entienden por el contrario de manera estrechamente vinculadas a los contenidos con los que van a operar y a los contextos en los que las estrategias se aprenden y se van a aplicar. De este modo, podemos hablar de estrategias 'situadas' (Monereo, Pozo y Castelló, 1999). Así, frente a la enseñanza de las estrategias de aprendizaje como materia independiente del currículo, y de manera descontextualizada, desde esta nueva perspectiva se prefiere que las estrategias estén 'infusionadas' en el currículum, presentes en las diferentes áreas (Gaskins y Elliot. 1999). Así, no se trata sólo de aprender y enseñar historia, matemáticas o lengua, sino de, al mismo tiempo que se imparten los contenidos, dar también de manera vinculada las estrategias necesarias para optimizar la adquisición y asimilación de esos contenidos, contextualizando y adaptando la estrategia al área curricular concreta.