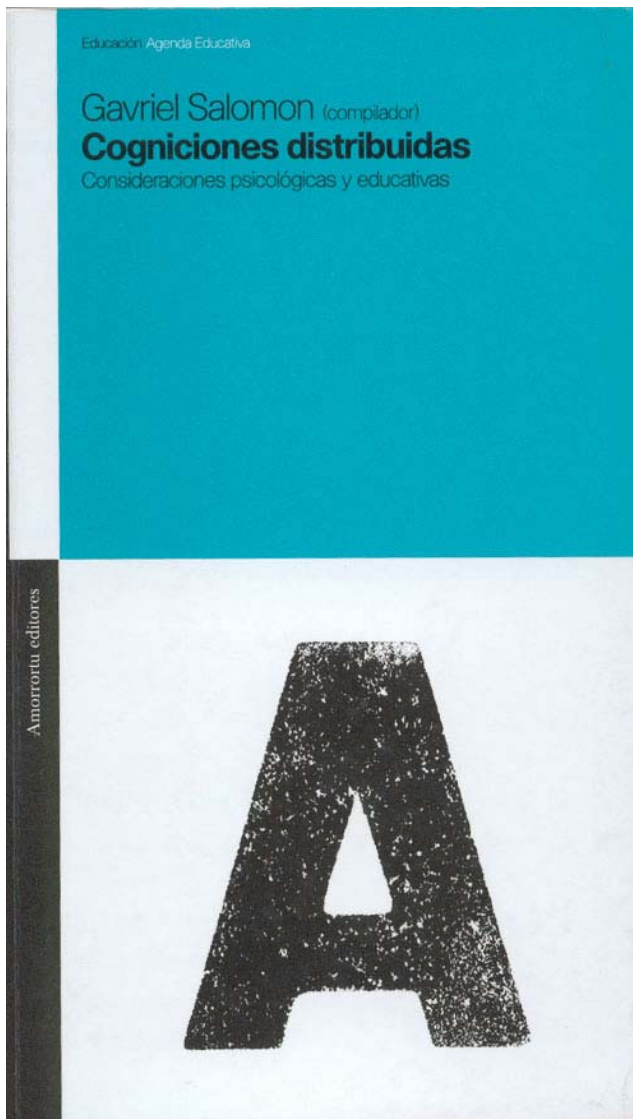


# Cogniciones distribuidas

Consideraciones psicológicas  
y educativas

**Gavriel Salomon**  
(Compilador)



Amorrortu editores

Este material se utiliza con fines  
exclusivamente didácticos

---

## ÍNDICE GENERAL

|  |     |
|--|-----|
| <b>Autores</b> .....   | 9   |
| <b>Introducción del compilador</b> .....   | 11  |
| <b>1. Enfoque histórico-cultural de la cognición distribuida,</b> .....  | 23  |
| <i>Michael Cole y Yrjö Engeström</i>   |     |
| <b>2. Prácticas de inteligencia distribuida y diseños para la educación,</b> .....                                 | 75  |
| <i>Roy D. Pea</i>  |     |
| <b>3. La persona-más: una visión distribuida del pensamiento y el aprendizaje,</b> .....                           | 126 |
| <i>D. N. Perkins</i>   |     |
| <b>4. No hay distribución sin la cognición de los individuos: un enfoque interactivo dinámico,</b> .....           | 153 |
| <i>Gavriel Salomon</i>   |     |
| <b>5. Conocimiento vivo: la distribución social de los recursos culturales para el pensamiento,</b> .....          | 185 |
| <i>Luis C. Moll, Javier Tapia y Kathryn E Whitmore</i>   |     |
| <b>6. El descubrimiento de la cognición en el aula: una concepción más amplia de la inteligencia humana,</b> ..... | 214 |
| <i>Thomas Hatch y Howard Gardner</i>   |     |
| <b>7. Conocimiento especializado distribuido en el aula,</b> .....   | 242 |
| <i>Ann L. Brown, Doris Ash, Martha Rutherford, Kathryn Nakagawa, Ann Gordon y Joseph C. Campione</i>               |     |
| <b>8. Algunas reflexiones acerca de la distribución de la cognición,</b> .....                                     | 291 |
| <i>Raymond S. Nickerson</i>  |     |

### 3. LA PERSONA-MÁS: UNA VISIÓN DISTRIBUIDA DEL PENSAMIENTO Y EL APRENDIZAJE\*

D. N. Perkins

En la base de muchísimas investigaciones de psicología se dan algunas preguntas generales y constantes. Una de ellas –o acaso una doble– es: ¿cómo se producen el pensamiento y el aprendizaje? Los intentos por responderla abarcan los de la tradición conductista, con su teoría de los reflejos clásicos y condicionados; las teorías cognitivas ahora clásicas, con su concepción de los espacios y los esquemas de problemas; y la perspectiva, más reciente, del procesamiento de distribución en paralelo, con su concepción holográfica del modo como la mente recoge y desarrolla la información.

Sea cual fuere la teoría que se adopte, existe una asimetría notoria, y en cierto sentido singular, entre la postura que se asume respecto de la persona y respecto del ámbito físico en el que se producen el pensamiento y el aprendizaje. Considérese, por ejemplo, al alumno de un curso de historia medieval que ha elaborado apuntes cuidadosos y bien ordenados acerca del año 1066, y demás. La mayoría de las teorías del aprendizaje dirían que el alumno tiene en su cabeza lo que ha aprendido. Todo lo que aparece en el cuaderno de notas y no está también en su cabeza, no es parte de lo que ha aprendido.

No se quiere decir, por cierto, que el cuaderno de notas se estime irrelevante. El esfuerzo del alumno por mantenerlo cuidadosamente organizado habrá tenido como resultado la mejor codificación mental de gran parte de las ideas registradas también en él, incluyendo en ello una comprensión y una retención mayores, a causa de su “procesamiento elaborativo” (por ejemplo, Baddeley, 1982; Craik y Lockhart, 1972; Pressley, Wood y Woloshyn, 1990). De todos modos, el cuaderno en sí mismo no contaría, por lo general, como recipiente de lo que el alumno ha aprendido, aun cuando representa una considerable inversión cognitiva en un banco de memoria bien organizado, y un banco que dará dividendos cuando, por ejemplo, el alumno redacte un trabajo, abrevando en esa bien organizada fuente de ideas.

Por cierto, es posible ver la cuestión de otra manera. Podemos tomar como unidad de análisis no al alumno sin los recursos que hay en su entorno –la *persona solista*– sino la persona más el entorno o, en beneficio de la brevedad, la *persona-más*; en este caso, el alumno más el cuaderno. Podemos decir que ese sistema de la persona-más ha aprendido algo, y que parte de ello reside en su cuaderno y no en la cabeza del alumno. Aparte de eso, al aprender acerca del año 1066 y demás, ese sistema era muy potente, sirviendo el cuaderno como papel para tomar apuntes y como repositorio de conclusiones.

¿Qué provecho podemos sacar al plantear la cuestión de manera tan singular? Una actitud razonable podría ser esta: por cierto, podemos hablar de la persona más el entorno como un sistema compuesto que piensa y aprende: pero ¿es más aclaratorio hacerlo así? ¿Derivan de ello ideas que de otra manera podrían pasársenos por alto?

#### Cognición distribuida

La visión general adoptada aquí toma como punto de partida la concepción de la “inteligencia distribuida” formulada por Roy Pea (en el capítulo 2 del presente volumen). Pea insiste en que nos convendría reconsiderar la cognición humana concibiéndola como distribuida más allá del ámbito del organismo propio, y ello en distintos sentidos: abarcando a otras personas, apoyándose en medios simbólicos y aprovechándose del entorno y de los artefactos.

Esta concepción recoge también la distinción trazada por Salomon, Perkins y Globerson (1991) entre efectos *con* y *de* las tecnologías del procesamiento de la información: los primeros son ampliaciones de las facultades cognitivas del usuario mientras emplea una tecnología, y los segundos, efectos cognitivos resultantes que se producen sin la tecnología. El presente examen se centra en los efectos *con* –no sólo con altas tecnologías sino con lo que llamaremos en general “distribución física” de la cognición– en elementos como las computadoras, desde ya, pero también el lápiz y el papel o la simple táctica de dejar una carpeta cerca de la puerta para recordarse a sí mismo que se la debe llevar al trabajo. Además se le prestará cierta atención a la distribución *social* de la cognición.

La posición adoptada aquí puede resumirse como sigue:

---

\* Algunas de las ideas expuestas en este capítulo han sido elaboradas con el apoyo de la McArthur Foundation para la investigación acerca del pensamiento y su enseñanza, y de la Spencer Foundation para la investigación de una pedagogía de la comprensión. El autor agradece a ambas fundaciones por su ayuda.

1. El entorno –los recursos físicos y sociales inmediatos fuera de la persona– participa en la cognición, no sólo como fuente de entrada de información y como receptor de productos finales, sino como vehículo de pensamiento.
2. El residuo dejado por el pensamiento –lo que se aprende– subsiste no sólo en la mente del que aprende, sino también en el ordenamiento del entorno, y es genuino aprendizaje pese a eso.

Por cierto, con el espíritu de la persona-más podemos aventurar una tesis más bien temeraria llamada *hipótesis del acceso equivalente*. Según ella, para la persona-más, el pensamiento y el aprendizaje dependen sólo de lo que se podría llamar las “características de acceso” del conocimiento relevante –qué tipo de pensamiento se representa, cómo se lo representa, con qué facilidad se lo puede recuperar, y cuestiones afines– y no de que el conocimiento esté situado en la persona o en el entorno. Si, por ejemplo, el alumno puede acceder con mucha facilidad a las ideas que se contienen en ese cuaderno acerca del año 1066, porque lo ha organizado muy bien, ¿qué importa si las ideas están dentro o fuera de su cabeza?

Por cierto, la cuestión no puede llevarse tan lejos. No se trata de que una serie de notas en el más organizado cuaderno, y tampoco una base electrónica de datos de rápida recuperación, sean el exacto equivalente funcional de una batería de hechos bien memorizados en la memoria de largo plazo. En realidad, existen entre ambas cosas muchas transacciones. La verdadera tesis es más una cuestión de principio: el cartabón que se aplica es una función, una cuestión de características de acceso a la información, y no un lugar, es decir, de qué lado del cerebro se aloja la información.

## La cognición como flujo de información

Agucemos este concepto de persona-más con la ayuda de una noción muy abstracta: la de sistema de procesamiento de conocimientos. Tal sistema podría ser una persona que llena formularios de impuestos sobre la renta, una computadora que en una compañía de seguros calcula riesgos o la réplica de ADN. En un sistema así, un episodio típico de manejo de información consiste en recoger conocimiento de varios lugares del sistema y operar con él, incrementando a veces el conocimiento del sistema. Por ejemplo, una persona-más consistente en una persona, un lápiz, formularios de impuestos e instrucciones, incrementaría, en determinado momento, el conocimiento del sistema con la merma total correspondiente al gobierno federal.

En un análisis a grandes rasgos de un episodio así, podrían considerarse cuatro categorías: *conocimiento*, que se refiere al tipo de saber disponible, incluyendo el declarativo y el procedimental, los hechos, las estrategias y las rutinas prácticas, en otras palabras, el conocimiento en el sentido más amplio; *representación*, que atañe al modo en que se simboliza el conocimiento, en especial, si es de una manera que pueda ser fácilmente recogido, trasladado al sistema y recodificado; *recuperación*, se refiere a la medida en que el sistema puede hallar las representaciones de ese conocimiento y con qué eficacia puede hacerlo; *construcción*, que se refiere a la capacidad que el sistema tiene de reunir los conocimientos en nuevas estructuras.

Las cuatro juntas constituyen las *características de acceso* del sistema: a qué conocimientos tiene acceso, a través de representaciones que proporcionan qué accesos a la información, por medio de qué caminos de recuperación, y con qué acceso a otras construcciones basadas en ese conocimiento. Como el acento recae en el acceso, la perspectiva en su conjunto se denomina “*marco de acceso*” (Perkins y Simmons, 1988; Perkins, Crismond, Simmons y Unger, en prensa).

Esas categorías se han elegido en parte porque representan una explicación bastante intuitiva de las facetas de un episodio de manejo de información que puede aplicarse a todo sistema, incluya o no a un ser humano, para examinar las formas de conocimiento, representación, mecanismos de recuperación y mecanismos de construcción que sirven al sistema. El marco de acceso equivale a un reencuadramiento general para lo que puede llamarse un análisis de “flujo de información”. Aunque todo esto puede sonar excesivamente computacional, no se restringe a ello ni pone tampoco allí el acento. La réplica de ADN, o la generación de anticuerpos por el sistema inmunológico en respuesta a la invasión, son procesos que podrían analizarse en esos términos. Ambos comprenden determinadas especies de información, codificadas de determinadas maneras y recuperadas mediante determinados caminos, y la construcción de estructuras nuevas (o replicadas) de información.

Con todo, las cuatro categorías fueron elegidas porque se muestran útiles para ordenar algunos hallazgos de la psicología contemporánea referidos a las condiciones de un buen aprendizaje humano. Los siguientes ejemplos muestran cómo funciona ese ordenamiento.

*Conocimiento*. Por lo general, la comprensión de una disciplina no sólo conlleva conocimiento del “nivel del contenido” –hechos y procedimientos–, sino lo que podría llamarse conocimiento “de orden

superior” acerca de las estrategias de resolución de problemas, estilos de justificación, explicación y características investigativas del dominio (Perkins y Simmons, 1988; Posner, Strike, Hewson y Gertzog, 1982; Strike y Posner, 1985). En muchas situaciones de aprendizaje, ni el alumno ni el ambiente contienen mucho de ese conocimiento de orden superior, situación que suele oscurecer el significado y la razón de hechos y de procedimientos concretos.

*Representación.* Un conjunto muy grande de trabajos señalan que los modelos mentales visuales nos ayudan a comprender conceptos nuevos y complejos. Los alumnos capaces pueden construir por sí mismos esos modelos o algo con una función similar, pero los de menor capacidad aprovechan más cuando se les proporcionan modelos (por ejemplo, Gentner y Stevens, 1983; Mayer, 1989; Perkins y Unger, 1989; Salomon, 1979).

*Recuperación.* Las investigaciones ponen de manifiesto que las pautas típicas de aprendizaje llevan a un “conocimiento inerte” que, aun cuando aparece en los cuestionarios en los que se deben llenar espacios en blanco, no es recuperado en auténticas condiciones de uso. Esto es, ese conocimiento está representado en el sistema, pero con características de recuperación inapropiadas. El aprendizaje basado en problemas, entre otras tácticas, puede ayudar a que ese conocimiento esté disponible para una recuperación contextualmente apropiada (Bransford, Franks, Vye y Sherwood, 1986; Perfetto, Bransford y Franks, 1983; Sherwood, Kinzer, Bransford y Franks, 1987).

*Construcción.* Muchos estudios evolutivos indican que las limitaciones de la memoria de corto plazo crean un cuello de botella del proceso, el cual hace que determinados conceptos resulten inaccesibles al alumno. Con todo, un entorno bien diseñado puede proveer una memoria de corto plazo sustituta y ayudar a los alumnos a alcanzar algunos de esos conceptos (Case, 1985; Fischer, 1980; Halford, 1982).

Adviértase que el marco de acceso y las consideraciones generales como las que se acaban de hacer, proporcionan un análisis del sistema de pensamiento y aprendizaje un tanto “por encima” del nivel de las teorías psicológicas particulares del mecanismo. El marco de acceso no proporciona una teoría detallada de la cognición, sino más bien un esbozo abarcador de un sistema cognitivo en un nivel bastante alto de descripción. Para definir las características de acceso de una persona-más, no nos hace falta saber cómo hace la mente lo que hace. Sólo nos hace falta reconocer las características de “caja negra” operantes en el sistema y preguntarnos si pueden producirse las pautas esperadas de flujo de información.

Por ejemplo no se necesita una teoría detallada de la representación del conocimiento para observar que, en muchas situaciones de aprendizaje, el conocimiento de orden superior acerca del tema no está *representado en ninguna parte del sistema*. No se necesita una teoría detallada del funcionamiento de la memoria para observar que las tareas y los conceptos complejos propenden a sobrecargar a la persona solista.

La finalidad del marco de acceso no es ofrecer una explicación del mecanismo subyacente, sino lograr un análisis del “flujo de la información” y lo que se sostiene es que en ese nivel de análisis se ponen de manifiesto virtudes y defectos interesantes de contextos de pensamiento y de aprendizaje.

## **La distribución del pensamiento y del aprendizaje en general**

El pensamiento y el aprendizaje distribuidos de la persona-más quizás aparece más en primer plano en situaciones en que se desarrolla una indagación auténtica y amplia: un alumno o un profesor que elabora un ensayo, un directivo de publicidad que urde una campaña, un director que pone en escena una obra teatral, un ingeniero que diseña un puente. Esos procesos creativos han sido estudiados (por ejemplo, Gruber, 1974; Perkins, 1981; Tweeney, 1985, 1992), pero casi no están presentes en la orientación dominante de la investigación psicológica. Permítaseme que me centre en el ingeniero. Las categorías del marco de acceso ayudan a examinar la manera como el ingeniero distribuye el pensamiento y el aprendizaje que se ha de hacer.

*Conocimiento.* Desde el punto de vista del conocimiento, el ingeniero “solista”, por cierto, aporta a la tarea un rico repertorio técnico de memoria de largo plazo. Pero resultan también muy importantes los libros con tablas de resistencia de materiales, las fórmulas acerca de la tensión en las vigas, las reglamentaciones que rigen la construcción en el estado en el que ha de construirse el puente, las descripciones y las imágenes del lugar donde estará emplazado el puente, etcétera.

*Representaciones.* Además de las representaciones mentales, el ingeniero utiliza textos, tablas y fórmulas matemáticas, y dibujos para explorar las diferentes posibilidades estructurales y estéticas. En la actualidad, es probable que el ingeniero utilice el diseño computacional, con su enorme capacidad de proporcionar y rotar visualizaciones tridimensionales del proyecto.

*Recuperación.* El ingeniero emplea tablas de contenido e índices, presentes en los libros, procesos comunes de búsqueda para la lectura de tablas numéricas, los recursos de recuperación de los sistemas de

diseño computarizados y quizá palabras clave para hallar en las bases de datos bibliográficos la información más reciente acerca de algún aspecto de la construcción.

*Construcción.* El ingeniero trabaja en medio de un entorno que le proporciona muchísimos auxiliares para la memoria de corto y de largo plazo a través de dibujos y notas trazadas en el papel y mediante el sistema de diseño computarizado. Además de memoria, el contexto proporciona auxilio computacional para muchas operaciones cognitivas valiosas. Las calculadoras manuales le permiten hacer operaciones simples. El poder de un sistema de diseño computarizado le da la posibilidad de ver el desarrollo del diseño desde distintos ángulos con toda precisión, un logro posible con papel y lápiz sólo mediante un tedioso trabajo de dibujo o la construcción de un modelo tridimensional, método clásico y muy útil.

Además de todo eso, las observaciones concernientes al conocimiento, la representación, la recuperación y la construcción expresan el entorno físico, no el social. Casi con toda seguridad, el ingeniero es parte de un equipo, y los procesos de colaboración contribuyen en esta circunstancia. También el equipo es parte de la persona-más del ingeniero. En realidad, acaso sea una mejor expresión la de “personas-más”: la unidad cognitiva en funcionamiento es el equipo, más su sistema de apoyos físicos formado por cuadernos, tablas técnicas, sistemas de diseño computarizado, etcétera.

### ***Concepciones tácitas de la psicología y la educación***

Estas historias son fáciles de contar toda vez que se realiza una investigación compleja. Además, otras actividades, en las que el pensamiento está menos presente en el sentido corriente, conllevan un amplio apoyo en el entorno. Por ejemplo, el ajetreo de un cocinero en la cocina, donde no sólo el libro de recetas sino también la presencia de los implementos en su sitio o sobre la mesa, listos para ser utilizados, o colocados en la piletta para lavarlos después, constituyen una suerte de apoyatura cognitiva que harían difícil que el cocinero perdiera su lugar en el proceso.

En cambio, las prácticas psicológicas y educativas típicas enfocan a la persona de una manera que está mucho más cercana a la persona solista. El sujeto de laboratorio usual raramente está provisto de otra cosa que un lápiz y un papel para apoyar la cognición. Eso sería muy apropiado si el estudio de la cognición no fuera más que el análisis de la mente platónica abstraída del mundo físico. Pero aquí se sostiene que las situaciones de persona-más tienen características emergentes que modifican sustancialmente la capacidad de procesamiento de la información del sistema y aseguran la investigación y la comprensión.

Las escuelas arman una persistente campaña para convertir a la persona-más en una persona solista. “Una persona más lápiz, papel, texto, calendario, enciclopedia”, etc., está bien para estudiar, pero la ejecución a la que se apunta es típicamente “persona más papel y lápiz”. Y el lápiz y el papel no se conciben tanto como auxiliares del pensamiento cuanto como una tolva donde la persona solista puede verter muestras concretas de lo que ha logrado.

Desde ya, un cierto interés en la persona solista está justificado. Pero que haya tanto, parece demasiado erróneo, al menos por dos razones: 1) si parte de la misión de las escuelas es preparar a los alumnos para un rendimiento fuera de ellas, esa persistencia en la persona casi solista no es verosímil en la vida real; 2) la mayoría de los alumnos tienen mucho que aprender acerca del arte de la cognición distribuida, y las escuelas deberían ayudarlos en eso.

La causa de ese énfasis excesivo en la persona solista puede ser la siguiente. La creencia en lo que antes he llamado el “efecto de tener a la mano” está muy difundida: con sólo poner a disposición un sistema de apoyo, las personas más o menos automáticamente sacarán provecho de las oportunidades que les proporciona (Perkins, 1985). Si ese efecto fuera una realidad, la educación casi no tendría necesidad de preocuparse por que los alumnos aprendan a utilizar de la mejor manera los contextos de apoyo: marcos tan simples como el lápiz y el papel o tan complejos como un procesador, un esbozador o un hipertexto.

No obstante, hay muchísimas pruebas de que el efecto de tener a la mano es una ficción. Por ejemplo, las investigaciones de la incidencia de los procesadores en la escritura de los alumnos han mostrado que las potencialidades de transformación estructural del texto que ofrecen las computadoras apenas se utilizan. En lugar de ello, los alumnos utilizan ese poderoso mecanismo fundamentalmente para hacer correcciones estilísticas, gramaticales y ortográficas menores y lograr buenas copias impresas (Cochran-Smith, 1991; Daiute, 1985, 1986). Los escritores experimentados sí utilizan los recursos de la revisión estructural y, con mayor esfuerzo, lo hacían a mano antes de comenzar a utilizar los procesadores.

Pero no necesitamos volvernos a la alta tecnología para sostener que las personas pasan por alto algunos de los mejores usos de las estructuras de apoyo físico de que disponen. La investigación acerca de las estrategias de lectura muestra que los lectores pueden beneficiarse muchísimo si aprovechan los resúmenes, los índices, los títulos de apartados y los encabezamientos al mirar un artículo que se disponen a

leer y conociendo los tipos de estructuras textuales que están leyendo (p. ej., Highbee, 1977). Pero sin formación en estrategias de lectura, los alumnos hacen lo más directo: leen de manera lineal desde el principio hasta el fin.

En otro nivel, por ejemplo, puede decirse que la convencional anotación lineal en clase es menos eficaz que la aplicación de técnicas de notación que muestran mejor la estructura del conocimiento, como el mapa conceptual (Novak y Gowin, 1984) o el empleo de distintos organizadores gráficos para captar patrones particulares de ideas, como narración, comparar-contrastar relaciones, o argumento-contrargumento (Jones, Pierce y Hunter, 1988-1989; McTighe y Lyman, 1988).

En resumen, son dos los puntos que cabe reconocer. Primero, en ricos contextos de investigación y, en verdad, en la mayoría de las actividades cotidianas, hallamos grandes sistemas de apoyo físico de la cognición, dirigidos a las cuatro facetas del marco de acceso, pues proporcionan 1) el conocimiento necesario; 2) representaciones accesibles; 3) caminos de recuperación eficaces, y 4) ámbitos constructivos (cuadernos, mesas de trabajo, etc.) que sirven de apoyo para hacer las cosas y estructurar las ideas. Segundo, el mejor empleo de esos sistemas de apoyo físico es un arte. No se lo halla tan comúnmente. Y la enseñanza tradicional hace poco por familiarizar a los alumnos con ese arte, esperando, equivocadamente, que el efecto de tener a la mano haga el trabajo.

## La distribución de la función ejecutiva

No hace falta que desarrollemos las paradojas del libre albedrío para reconocer que los organismos cognitivos –incluidas las máquinas– tienen una función ejecutiva. Esto es, hay rutinas que hacen el trabajo, a menudo no rutinario, de elegir, operar en momentos decisivos para explorar las consecuencias de las opciones y seleccionar un curso de acción. Mientras que en el apartado anterior se examinó la distribución del pensamiento y del aprendizaje en general, vale la pena centrarse por un momento en este caso especial: la función ejecutiva y su distribución en distintas versiones de la persona-más.

Para poder relacionar la función ejecutiva con el marco de acceso, señalemos que hacer una elección en circunstancias complejas es un acto muy constructivo; en consecuencia, la función ejecutiva ineludiblemente se basa en el conocimiento y en los recursos representacionales, de recuperación y constructivos. Algunas veces, sin embargo, esa función se cumple de una manera más directa a través del recuerdo de elecciones anteriores en momentos de decisión parecidos ' lo cual se vincula principalmente con recuperar representaciones internas o externas del conocimiento almacenado a propósito del momento de elección.

La función ejecutiva de una persona-más durante el pensamiento y el aprendizaje puede estar distribuida de diferentes maneras. La mayoría de las veces nos imaginamos a una persona que decide por sí misma. Pero se dan muchos otros escenarios. Por ejemplo, a menudo el docente resuelve qué es lo mejor que podría hacerse en la enseñanza. El alumno, por cierto, decide si acompañarlo o no. Un texto o un libro de ejercicios o un programa de enseñanza asistida por computadora (EAC) tienen un conjunto implícito de decisiones ejecutivas incorporadas: lea este capítulo y después haga este ejercicio. Resuelva este problema; según el resultado, la computadora le proporcionará otro.

En casos como estos, sería fácil lanzar consignas acerca de la pérdida de autonomía del alumno, lo cual es, por cierto, una cuestión de importancia. Pero decididamente el presupuesto *no* es aquí que el hecho de asumir esa función ejecutiva por parte del sistema de apoyo (el docente, el libro, la computadora, etc.) es en general algo malo. Todo depende de dos elementos: cómo se ofrece el apoyo y si en su momento el alumno tiene la posibilidad de adquirir las funciones ejecutivas que sean necesarias para sacar provecho de la experiencia de aprendizaje.

En realidad, ceder la función ejecutiva al entorno suele ser uno de los pasos más importantes que se pueden dar. Si las indicaciones para ensamblar los componentes de un nuevo equipo de música están claramente escritas, lo mejor que podemos hacer es seguirlas. En lo que atañe a la arbitrariedad de los juicios humanos en casos de conflicto de intereses, hacemos contratos escritos y leyes que fijan determinados patrones de toma de decisiones. Desde luego, por lo común hacemos todo eso con cierta amplitud o poder discrecional que queda en manos de un ser humano solista o un grupo social (por ejemplo, los jurados, los jueces), pero eso no debe oscurecer la táctica fundamental. de ceder una porción considerable de la función ejecutiva al entorno físico.

Hay interesantes casos mixtos. Los sistemas de menús comúnmente empleados en las interfaces de computadora dejan opciones al usuario, pero las organizan en menús descendentes que anticipan las prioridades probables del usuario. Entonces, el entorno asume parte de la función ejecutiva normal: construir una representación del espacio de opción. Si pensamos en la distribución social de la inteligencia, vemos que

los médicos suelen evitar asumir la función ejecutiva, porque quieren establecer la autonomía del cliente. Pero le sirven de apoyo y le hacen sugerencias para construir el espacio de elección. En el caso de la educación, los estudios de Mark Lepper acerca de los tutores especializados ponen de manifiesto un complejo patrón de interacción en el que el tutor logra que el alumno se sienta fortalecido, pero sutilmente ejerce un gran control sobre el camino que este recorre a lo largo de cuestiones y desafíos de distintos tipos (Lepper, Aspinwall, Mumme y Chabay, 1990).

Aceptado, pues, que hay muchas distribuciones acertadas de la función ejecutiva entre la persona y el entorno, en algunas circunstancias existe un hueco en la función ejecutiva: los alumnos no saben automáticamente cómo manejar las tareas de ejecución distribuidas. Por ejemplo, seguir las instrucciones con exactitud (cediendo la función ejecutiva a la fuente de las indicaciones) es una aptitud muy útil; pero muchos alumnos no parecen reunir las habilidades afines de autoseguimiento, verificación y control de la atención, y por tanto no descubren bien indicaciones que reclaman mayor precisión. Para considerar un ejemplo de sesgo más social, algunas personas, de todas las edades, parecen hallar dificultades para tomar decisiones en contextos grupales; por cierto, determinar prioridades en un grupo supone muchísimas complicaciones y un laberinto de diálogos que no se encuentra en la toma de decisión solitaria.

La educación podría en principio dar a los alumnos más ayuda en el arte de distribuir la función ejecutiva. En la práctica, sin embargo, la enseñanza tiene en general sus propias fallas ejecutivas. Muchos diseños instruccionales pueden dejar a los alumnos especialmente a los más despiertos- con una función ejecutiva inapropiada. El alumno no sabe y no puede imaginarse con bastante prontitud qué hacer, y el entorno no le ofrece suficiente ayuda. Es por lo común lo que ocurre en las situaciones de aprendizaje abiertas, tales como el uso del Logo cuando el docente no está preparado en el arte de apoyar las actividades de los alumnos (Papert, 1980; Pea y Kurland, 1984a, b; Salomon y Perkins, 1987). La consecuencia no es que esos ambientes deban incluir una fuerte función ejecutiva en el entorno, diciéndoles a los alumnos qué hacer, sino que deben incluir apoyo suficiente, especialmente con referencia a la función ejecutiva, para que los alumnos puedan hallar su camino en actividades que valgan la pena.

Por ejemplo, Harel (1991) informa de un experimento en el que los más jóvenes utilizaban Logo para elaborar programas de instrucción sencillos acerca de fracciones. Como no siempre ocurre en el contexto del Logo, se tuvo el cuidado de crear, en torno de los alumnos, una estructura de apoyo suficiente para sostener un progreso bastante sistemático durante un proyecto de largo plazo. Aunque los estudiantes tenían bastante autonomía, el manejo de la tarea estuvo bien apoyado en cuadernos, discusiones y otros mecanismos, de modo que lograron avanzar en los proyectos y progresaron de manera muy notoria en las habilidades de programación y en la comprensión de las fracciones.

### ***Transiciones de la función ejecutiva durante el aprendizaje***

Esto nos lleva a pensar que la distribución de la función ejecutiva durante el aprendizaje puede cambiar de distintas maneras. En los patrones más conocidos, el alumno cede la función ejecutiva al entorno y poco a poco la recobra a medida que logra el dominio en el conocimiento o la habilidad que aprende. En muchas prácticas educativas, el problema está en que el alumno nunca recobra mucha autonomía. Lo usual es que el contexto mantenga amplio dominio ejecutivo a través del proceso formal de aprendizaje. Entonces el alumno deja que el entorno funcione solo, cuando se encuentra responsable, repentinamente, de una función ejecutiva, pero sin ninguna preparación en absoluto para ella.

Un ejemplo clásico es la elección del problema. La educación tradicional elige prácticamente todos los problemas para los alumnos, y decide cuáles son los que merecen tratarse y, a menudo, en qué orden. Allí terminan los señalamientos. Y nos quedamos perplejos cuando los alumnos no ven en la vida cotidiana oportunidades de aplicar lo que han aprendido. Ese contratiempo se denomina comúnmente “falta de transferencia”. No obstante, este es un diagnóstico erróneo, pues no reconoce que los estudiantes nunca han tenido la posibilidad de aprender el proceso que esperamos transfieran: la elección del problema. Lo sorprendente no es que los alumnos no encuentren las aplicaciones en la “vida real”, sino que cada tanto hallen alguna. Esto es, por lo menos, prueba del notable alcance de la transferencia en condiciones poco propicias (Perkins y Salomon, 1988; Salomon y Perkins, 1989).

Por tanto, permitir al alumno que asuma la necesaria función ejecutiva es un importante, aunque descuidado, cometido educativo. Al mismo tiempo, no se trata aquí de redoblar un tambor ideológico al son de la total autonomía del alumno. Según la naturaleza del aprendizaje objetivo, el alumno puede no necesitar nunca un control de ejecución. Considérense, por ejemplo, algunos de los entornos de EAC destinados a la automatización de las habilidades, tales como escribir a máquina, el reconocimiento de palabras o la



ortografía. Ejercen la función ejecutiva de conducir al alumno a lo largo del proceso de aprendizaje, pero el fortalecimiento de esa función puede no revestir importancia para la propia automatización de la habilidad.

Por ejemplo, las investigaciones sugieren que, en el caso de algunos alumnos lentos en el aprendizaje de la matemática, la automatización de las habilidades aritméticas básicas es un cuello de botella crítico que puede eliminarse por medio de la disciplina y la práctica bajo presión temporal (Hasselbring, Goin y Bransford, 1988). Por coercitivo que esto pueda parecer, no es la función ejecutiva de los estudiantes la que debe desarrollarse en este caso. Una experiencia de aprendizaje que no preste atención a esa función, sino que sencillamente desarrolle la automatización del alumno y se detenga, sirve perfectamente bien.

Por último, es importante reconocer que, en algunas situaciones de aprendizaje, el alumno tiende a ceder en mayor medida la función ejecutiva, y no lo contrario. Un gerente aprende a cederla a subordinados capaces. El visitante de un museo, después de haber hecho la experiencia de elegir él mismo el recorrido en lugar de recurrir a la guía grabada, puede aprender a ceder la función ejecutiva a esa guía, que, según considera, puede indicarle un recorrido mejor que el que pueda trazarse él mismo, al menos hasta que adquiera más experiencia. Marido y mujer, para limitar los problemas, pueden tener la idea de escribir reglas para sí mismos, como “Hablamos de finanzas no más de una hora los sábados por la mañana”. Por lo general, en el curso del aprendizaje puede resultar apropiado que la función ejecutiva pase al alumno o este la deponga, según las circunstancias.

Para resumir, existe una compleja historia por contar acerca de la distribución social y física de la función ejecutiva. La cedemos al entorno físico y, desde ya, al social con mucha mayor frecuencia y por mejores razones de lo que podría esperarse al comienzo. La persona-más suele fortalecerse de manera sustancial al ceder la función ejecutiva.

Al mismo tiempo, los matices del juego son sumamente importantes. No pocas veces una persona-más yerra en la actividad porque ni ella ni el entorno ni la combinación de ambos proporcionan una función ejecutiva apropiada para llevarla a cabo. Con frecuencia, la enseñanza se apodera del control ejecutivo cuando podría ser mejor apoyar la función ejecutiva de los estudiantes, ayudándolos a decidir, y no decidiendo. Y con frecuencia, cuando puede ser transferida al alumno, el contexto pedagógico no hace nada para mediar esa transición.

## **La distribución de conocimiento de orden superior**

Como se señaló antes, en el marco de acceso la categoría de “conocimiento” distingue entre el conocimiento del nivel de contenido – los hechos y los procedimientos de un tema – y el conocimiento de “orden superior”, que incluye las estrategias para la resolución de problemas adecuadas para la disciplina, y los modelos de justificación, explicación e investigación característicos de ella (cf. Perkins *et al.*, en prensa; Perkins y Simmons, 1988). El conocimiento de orden superior de un dominio incluye, por ejemplo, la heurística de la resolución de problemas (cf. Polya, 1954, 1957; Schoenfeld, 1982, 1985) y los modelos de explicación, justificación e investigación (por ejemplo, Schwab, 1978; Toulmin, 1958). Esos conocimientos de orden superior no solamente se dan en el dominio académico sino también en la vida cotidiana; un ejemplo de ello es el conocimiento acerca de la toma de decisiones en la vida cotidiana o la capacidad de organizarse por sí mismo.

En otro lugar hemos sostenido que para el aprendizaje en un dominio determinado es muy importante reconocer cuál es el conocimiento de orden superior de ese dominio (Perkins y Simmons, 1988). En la matemática y en la ciencia, muchas concepciones erróneas pueden originarse en parte en la falta de un conocimiento de orden superior que dé a las concepciones correctas un contexto de apoyo y ponga de manifiesto las debilidades de las ideas incorrectas.

Este conocimiento de orden superior no solamente incide cuando se construye la comprensión del nivel del contenido, sino que también proporciona elementos a la función ejecutiva considerada en el apartado anterior. Las estrategias para la resolución de problemas y los modelos de justificación, explicación e investigación, le proporcionan a la ejecución los caminos principales entre los cuales elegir el comportamiento pertinente en el dominio. Al faltar esa estructura de orden superior, el ejecutante se ve limitado, en sus opciones, a recuperar el conocimiento de contenidos y a ejecutar procedimientos habituales, como los algoritmos en aritmética. Los aspectos de orden superior de un dominio son los que infunden significado a las actividades relacionadas con él.

## *La presencia de conocimiento de orden superior*

Es importante que nos preguntemos ahora, con estas observaciones en mente, de qué manera está distribuido el conocimiento de orden superior en las situaciones de pensamiento y aprendizaje. Acaso la primera observación que deba hacerse esté relacionada con la que hemos subrayado a propósito de la función ejecutiva: en muchas situaciones de persona-más, *no* existe una representación apreciable del conocimiento de orden superior ni en la persona ni en el contexto. Por ejemplo, muchos textos de enseñanza de las ciencias no se refieren sino de la manera más superficial a los procesos y los cometidos de la ciencia (Evans, Honda y Carey, 1988). Los libros de historia por lo común no dicen absolutamente nada de sus fundamentos epistemológicos: de qué modo los historiadores generan hipótesis acerca del pasado y las contrastan con las pruebas históricas. A menudo, los libros hacen poco uso de “términos de estados mentales”, como “pensar”, “saber”, “inferir”, “suponer”, “concluir” y “conjeturar” (Olson y Astington, 1990; Olson y Babu, en prensa). Difícilmente pueda esperarse que los propios estudiantes susciten esas ideas a partir de la nada.

Es un lugar común señalar tales deficiencias de los materiales de enseñanza tradicionales. No obstante, la cuestión va mucho más allá de fustigar a los manuales. Muchos entornos de aprendizaje innovadores, que mejoran radicalmente algunas de las características de acceso de una situación de aprendizaje, no tocan, sin embargo, el problema del conocimiento de orden superior.

Para dar un ejemplo muy concreto, considérese el caso del *Geometric Supposer* (Schwartz y Yerushalmy, 1987), un ingenioso programa de computación destinado a devolverle a la enseñanza de la geometría euclidiana los aspectos de exploración y descubrimiento, mediante tres tácticas fundamentales. Primero, facilita sumamente las construcciones geométricas: el usuario puede pedir el dibujo de un triángulo, la reducción de una altura, la construcción de una paralela, etc. Segundo, simplifica mucho la medición de esas construcciones a fin de confirmar las conjeturas. Por ejemplo, el alumno puede pedir la medida de dos lados de un triángulo para ver si son iguales. Tercero, el programa permite en forma muy sencilla volver a verificar una conjetura en diferentes versiones del mismo proceso. Por ejemplo, si se ha comenzado a construir un triángulo al azar, reduciendo la altura, etc., se puede pedir que el sistema repita toda la construcción comenzando con un nuevo triángulo elegido al azar o con uno que se le especifique. De esa manera se puede juzgar si la misma construcción en un triángulo diferente presenta nuevamente la misma relación geométrica que se ha conjeturado.

El *Geometric Supposer* es una de las innovaciones tecnológicas más conocidas en la enseñanza de la matemática, con merecida fama por haberle devuelto una dimensión de creatividad al curriculum geométrico tradicional. Desde el punto de vista del marco de acceso, ese programa proporciona sin duda mejores características en muchos sentidos. Sobre todo, suministra una arena constructiva, en el sentido más literal del término. En ella las operaciones se realizan con fluidez y precisión mucho mayores que las que un estudiante podría lograr empleando regla y compás. En cuanto a la recuperación, el sistema la da en forma inmediata y permite una nueva ejecución de una construcción anterior. En lo que concierne a la representación, el sistema exhibe, desde ya, construcciones, pero, mediante una ingeniosa disposición de la pantalla, indica con claridad el repertorio de operaciones constructivas que se podrían realizar.

Así pues, el alumno tiene todos los recursos para llevar adelante una investigación de orden superior en el dominio de la geometría. Recuértese, sin embargo, el efecto de tener a la mano la errónea suposición de que las personas sacan rápidamente provecho de las oportunidades que hay. Con el *Supposer*, muchos alumnos no ven las oportunidades con tanta rapidez, y muchos docentes no saben muy bien qué hacer para lograr que las aprovechen. Porque el *Supposer* no incluye ningún conocimiento acerca de los aspectos concernientes al orden superior del dominio (Chazen, 1989).

Aquí no sostenemos que deba mejorarse el *Supposer* incorporándole de alguna manera más conocimientos de orden superior. Por el contrario, el *Supposer* es uno de mis ejemplos favoritos de diseño computacional y está muy bien como está. La cuestión es, más bien, que la enseñanza proveniente del contexto debe – como a veces lo hace – incluir una atención explícita a los aspectos de orden superior de la geometría.

En general, las oportunidades cognitivas no son apoyos en sí mismas. Los recursos tecnológicos meditados e innovadores que proporcionan grandes oportunidades para formas de pensamiento y de aprendizaje de orden superior en un dominio, no necesariamente proporcionan de por sí una apoyatura cognitiva.

## ***El lugar del conocimiento de orden superior***

Admitiendo la necesidad de un conocimiento de orden superior en la persona-más, podemos preguntarnos cuál debe ser su lugar. Por lo general, en este ensayo se ha subrayado que el lugar no es en sí importante, esté en el entorno o en la persona. Lo que cuenta son las características de acceso; por ejemplo, cuán claramente se representa el conocimiento que se necesita y la rapidez con que puede recuperárselo. Esa era la tesis del acceso equivalente planteada al comienzo.

Pero esta hipótesis no implica necesariamente que el conocimiento de orden superior pueda colocarse de igual modo en el entorno. Todo depende de que pudiese lograrse una equivalencia funcional aproximada, cosa que no es tan fácil. De una manera general, el conocimiento de orden superior debe estar en la persona (o distribuido en la mente de los participantes) y no delegado en algo físico.

¿Por qué es así? Ante todo, porque en las actividades complejas de investigación la función ejecutiva se remite más o menos constantemente al conocimiento de orden superior. No es como una fórmula que, consultada una vez por mes, podría muy bien estar enterrada en un libro. Segundo, este conocimiento es muy estable, y no efímero como un cuaderno, y bien podría residir por lo tanto en la memoria de largo plazo. Tercero, es relativamente reducido en comparación con la masa de hechos y de procedimientos de un dominio. De modo que su ligero volumen no presenta ningún problema particular; en realidad, el problema es más bien el de lograr que funcione activamente en la guía de la función ejecutiva. Cuarto, una persona comprometida en serio con una disciplina o sumida en las actividades de la vida cotidiana actúa en muchos contextos: sentada ante su escritorio, con las paredes cubiertas de libros; en reuniones, con una libreta de notas a mano; lavando los platos o cortando el césped; o analizando un problema personal con la ayuda de un amigo cercano y un par de cervezas. El conocimiento de orden superior, requerido momento a momento en diversos contextos, no puede relegarse fácilmente a un determinado sistema de almacenamiento físico.

De acuerdo con ello, y en contra del espíritu de la cognición distribuida en general, debe insistirse en particular en la internalización del conocimiento de orden superior de un dominio.

### **¿Qué es una persona como agente cognitivo?**

Comenzamos con una asimetría. La mayoría de las concepciones acerca del pensamiento y del aprendizaje se inclinan hacia la persona solista, descuidando el hecho de que se utiliza el entorno (incluyendo a los demás) para apoyar, compartir y emprender aspectos completos del procesamiento cognitivo. En cambio, se puede adoptar la perspectiva de la persona-más en materia de pensamiento y aprendizaje, considerando a la persona más el entorno como un sistema, entendiendo que es parte del pensamiento lo que se hace, o se hace parcialmente, en el entorno, y que el aprendizaje son los rastros que quedan en él (suponiendo que sea accesible) al igual que en la persona, y por lo general abriendo la cerradura de una visión del pensamiento y del aprendizaje basada en lo individual.

De este modo, cuando abrimos la cerradura, ¿hallamos algo interesante en el amplio espacio adonde ingresamos? Se ha sostenido que los verdaderos contextos de investigación suelen comprender una amplia distribución de pensamiento y de aprendizaje entre la persona y el entorno. Los pensadores activos reúnen, a su alrededor, un rico entorno e interactúan con él de maneras sutiles para lograr resultados que a la persona solista le resultarían arduos. Desdichadamente, las escuelas muestran una poderosa tendencia en favor del desempeño individual. Confían en el supuesto del “efecto de tener a la mano”, creyendo que la gente automáticamente sacará eficaz provecho del entorno sólo porque está allí. Por tanto, pasan por alto la oportunidad de cultivar todo tipo de habilidades referidas a la distribución ingeniosa del pensamiento y el aprendizaje.

El pensar y el aprender incluyen por lo general ceder la función ejecutiva al entorno de una forma útil y provechosa. Ninguna versión obstinada de la autonomía de la persona solista parece estar garantizada. Al mismo tiempo, se produce un problema dominante del pensamiento y del aprendizaje cuando ni la persona ni el entorno ni los dos juntos sostienen una función ejecutiva eficaz. Muchos ambientes educativos abiertos padecen ese problema. Ocurren otros contratiempos cuando la función ejecutiva se cede al entorno momentáneamente, durante las etapas tempranas del aprendizaje, pero el alumno nunca la recupera.

El conocimiento de orden superior incide en la función ejecutiva de manera importante. Puede decirse que la mayor parte de ese conocimiento debe tener su lugar en la persona; según se lo señaló antes, debería estar siempre a mano, y no enterrado en una fuente bibliográfica o en otras formas de memoria sustituta. En muchas situaciones de pensamiento y de aprendizaje registradas en la escuela, el conocimiento de orden superior necesario no se halla ni en la persona ni en el entorno. Aun innovaciones llamativamente

perspicaces que permiten incrementar otras características de acceso para la persona-más, no señalan por lo común la presencia de ese conocimiento en el sistema.

Todo ello demuestra que puede contarse una historia sobre los hechos y los infortunios del pensamiento y el aprendizaje basándose en las nociones de pensamiento y de aprendizaje distribuidos y el marco de acceso, en la que actúe como protagonista la persona-más, y no la persona solista. En ese relato se destacan algunos aspectos descuidados de la cognición y se ponen de relieve algunas deficiencias de la educación tradicional y hasta de la innovadora.

Como lo señala Pea (en el capítulo 2 de este libro), un rédito posible de las perspectivas que subrayan la cognición distribuida es un concepto más amplio del desarrollo humano. La perspectiva piagetiana, por ejemplo, ha destacado la asimilación y el acomodamiento del organismo al ambiente, como si el ambiente estuviera dado y la persona estuviera allí para aprender a abordarlo. Sin duda, eso es verdad hasta cierto punto. Pero además, las personas eligen y construyen sus ambientes físico y social, y en parte lo hacen para apoyar la cognición. En ese sentido se produce una asimilación y acomodación mutua entre la persona y el ambiente: un complejo proceso de equilibrio, si se quiere, en la persona-más.

Una perspectiva vigotskyana destacaría la asimilación que el alumno hace, a partir del entorno social, de modelos de cognición (Vigotsky, 1962, 1978). La idea de cognición distribuida señalaría la influencia modificadora que la persona ejerce en el entorno social. Además, subrayaría la importancia del entorno *físico* al lado del social como el principal factor en el conocimiento del sistema de la persona-más.

Para finalizar, muchas perspectivas evolutivas contemporáneas dan gran importancia a las limitaciones de la memoria práctica como cuello de botella evolutivo, y distintos resultados experimentales indican que el apoyo físico del entorno puede poner a la persona-más en condiciones de abordar algunos conceptos complejos que la persona solista no podría manejar. Sería interesante investigar hasta qué punto los apoyos físicos disponibles en los contextos de la persona-más generalmente absorben algunas de las cargas cognitivas del pensamiento de los jóvenes, y si con algunos ajustes podrían absorber aun más.

En síntesis, una perspectiva centrada en la persona-más señala que los parámetros y trayectorias básicos del desarrollo humano pueden cambiar según lo que comúnmente podrían considerarse matices del entorno y de la relación de la persona con él. Sin duda, eso es algo que debemos comprender mejor. Y seguramente resulta posible imaginar un proceso educativo que se oriente en mayor grado hacia la persona-más, fortaleciendo a los alumnos para que acumulen mayor saber y arte en relación con los recursos cognitivos suministrados por los medios físicos y humanos que los rodean; en realidad, fortaleciendo a los alumnos para que construyan a su alrededor su “más” personal, su propio entorno para un programa que evolucione junto con ese entorno.

Semejante táctica educativa seguramente armonizaría con la tendencia humana que va desde sistemas que cuentan un guijarro por oveja hasta los jeroglíficos, y de allí en adelante. Es notable el vigor con que los seres humanos, cuando se les da la menor posibilidad, actúan como agentes que reclutan para la empresa cognitiva no solamente a otras personas sino también los objetos físicos inanimados que nos rodean, ordenándolos y modificándolos para que se conviertan en “asociados en la cognición” (Salomon et al., 1991).

Recíprocamente, valdría la pena reflexionar acerca de que en el centro de toda persona-más existe, por supuesto, al menos un individuo. En realidad, toda persona sola es la intersección del conjunto de personas-más en el cual participa el individuo. Una persona sola se convierte, pues, en una abeja reina de un enjambre de innumerables participaciones.

¿Qué es, pues, la persona propiamente dicha (...) la persona solista? La tendencia de nuestro lenguaje y de gran parte de la práctica educativa y de la investigación psicológica es a decir que sí, que en efecto la persona propiamente dicha es la persona solista. Acaso sea mejor concebir a la persona propiamente dicha no como el núcleo común sino como el conjunto de interacciones y de relaciones de dependencia; no como la intersección, sino como la unión de compromisos; no como el núcleo puro y duradero, sino como la suma y la multitud de participaciones.

---

## BIBLIOGRAFÍA

- Baddeley, Alan** (1982) *Your memory: A user's guide*, Nueva York: Macmillan.
- Bransford, J. D., Franks, J. J., Vye, N. J. y Sherwood, R. D.** (junio de 1986) *New approaches to instruction: Because wisdom can't be told*. Trabajo presentado ante la Conference on Similarity and Analogy, University of Illinois, Urbana.
- Case, R.** (1985) *Intellectual development. Birth to adulthood*, Nueva York: Academic Press.
- Cochran-Smith, M.** (1991) "Word processing and writing in elementary classrooms: A critical review of related literature", *Review of Educational Research*, 61, págs. 107-55.
- Craik, F. I. y Lockhart, R. S.** (1972) "Levels of processing: A frame-work for memory research", *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 11, págs. 671-84.
- Chazen, D.** (1989) Ways of knowing. High school students' conceptions of mathematical proof. Tesis de doctorado inédita, Harvard Graduate School of Education, Cambridge, MA.
- Daiute, C.** (1985) *Writing and computers*, Reading, MA: Addison-Wesley.
- (mayo de 1986) "Physical. and cognitive factors in revision: Insights from studying with computers", *Research in the Teaching of English*, 20, págs. 141-59.
- Evans, R., Honda, M. y Carey, S.** (1988) *Do theories grow on trees?* Manuscrito inédito, Harvard Graduate School of Education, Educational Technology Center, Cambridge, MA.
- Fischer, K W.** (1980) "A theory of cognitive development: The control and construction of hierarchies of skills", *Psychological Review*, 87(6), págs. 477-531.
- Gentner, D. y Stevens, A. L.** (eds.) (1983) *Mental models*, Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Gruber, H.** (1974) Darwin on man: A Psychological study of scientific creativity, Nueva York: Dutton.
- Halford, G.** (1982) *The development of thought*, Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Harel, I.** (1991) *Children designers*, Norwood, NJ: Ablex.
- Hasselbring, T., Goin, L. y Bransford, J.** (1988) "Developing math automaticity in learning handicapped children: The role of computerized drill and practice", *Focus on Exceptional Children*, 20(6), págs. 1-7.
- Higbee, K L.** (1977) *Your memory: How it works and how to improve it*, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Jones, B. F., Pierce, J. y Hunter, B.** (1988-9) "Teaching students to construct graphic representations", *Educational Leadership*, 46(4), págs. 20-5.
- Lepper, M., Aspinwall, L., Mumme, D. y Chabay, R.** (1990) "Self-perception and social perception in tutoring: Subtle social control strategies of expert tutors", en J. M. Olson y M. P. Zanna, eds., *Self-inference processes: The Ontario Symposium* (vol. 6, págs. 217-37), Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Mayer, R. E.** (1989) "Models for understanding" *Review of Educational Research*, 59, págs. 43-64.
- McTighe, J. y Lyman, F. T.** (1988) "Cueing thinking in the classroom: The promise of theory embedded tools", *Educational Leadership*, 45(7), págs. 18-24.
- Novak, J. D. y Gowin, D. B.** (1984) *Learning how to learn*, Cambridge University Press.
- Olson, D. R. y Astington, J. W.** (1990) "Talking about text: How literacy contributes to thought", *Journal of Pragmatics*, 14(15), págs. 557-73.
- Olson, D. R. y Babu, N.** (en prensa) "Critical thinking as critical discourse", en S. P. Norris y L. M. Phillips, eds., *Foundations of literacy policy in Canada*, Calgary: Detselig.
- Papert, S.** (1980) *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*, Nueva York: Basic Books.
- Pea, R. D. y Kurland, D. M.** (1984a) "On the cognitive effects of learning computer programming", *New Ideas in Psychology*, 2(2), págs. 137-68.
- (1984b) *Logo programming and the development of planning skills* (Informe nº 16), Nueva York: Bank Street College.
- Perfetto, G. A., Bransford, J. D. y Franks, J. J.** (1983) "Constraints on access in a problem solving context", *Memory & Cognition*, 11(1), págs. 24-31.
- Perkins, D. N.** (1981) *The mind's best work*, Cambridge, MA: Harvard University Press.
- (1985) "The fingertip effect: How information-processing technology changes thinking", *Educational Researcher*, 14(7), págs. 11-7.
- Perkins, D. N., Crismond, D., Simmons, R. y Unger, C.** (en prensa) "Inside understanding", en D. N. Perkins, J. Schwartz, M. M. West y M. S. Wiske, eds., *Teaching for understanding in the age of technology*, Nueva York: Teachers College Press.
- Perkins, D. N. y Salomon, G.** (1988) "Teaching for transfer", *Educational Leadership*, 46(1), págs. 22-32.

- Perkins, D. N. y Simmons, R.** (1988) "Patterns of misunderstanding: An integrative model of misconceptions in science, mathematics, and programming", *Review of Educational Research*, 58(3), págs. 303-26.
- Perkins, D. N. y Unger, C.** (junio de 1989) *The new look in representations for mathematics and science learning*. Trabajo presentado ante la Social Science Research Council Conference "Computers and Learning", Tórtola, Islas Vírgenes británicas.
- Polya, G.** (1954) *Mathematics and plausible reasoning* (2 vols.), Princeton, NJ: Princeton University Press.
- (1957) *How to solve it. A new aspect of mathematical method* (2da. ed.), Garden City, NY: Doubleday.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W. y Gertzog, W. A.** (1982) "Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change", *Science Education*, 66(2), págs. 211-27.
- Pressley, M., Wood, E. y Woloshyn, V.** (1990) "Elaborative interrogation and facilitation of fact learning: Why having a knowledge base is one thing and using it is quite another", en W. Schneider y F. W. Weinert, eds., *Interactions among aptitudes, strategy, & knowledge in cognitive performance* (págs. 200-21), Nueva York: Springer.
- Salomon, G.** (1979) *Interaction of media, cognition, and learning*, San Francisco: Jossey-Bass.
- Salomon, G. y Perkins, D. N.** (1987) "Transfer of cognitive skills from programming: When and how?" *Journal of Educational Computing Research*, 3, págs. 149-69.
- (1989) "Rocky roads to transfer: Rethinking mechanisms of a neglected phenomenon", *Educational Psychologist*, 24(2), págs. 113-42.
- Salomon, G., Perkins, D. N. y Globerson, T.** (1991) "Partners in cognition: Extending human intelligence with intelligent technologies", *Educational Researchers*, 20, págs. 2-9.
- Schoenfeld, A. H.** (1982) "Measures of problem-solving performance and of problem-solving instruction", *Journal for Research in Mathematics Education*, 13(1), págs. 31-49.
- (1985) *Mathematical problem solving*, Nueva York: Academic Press.
- Schwab, J.** (1978) *Science, curriculum and liberal education: Selected essays* (I. Westbury y N. J. Wilkof, eds.), Chicago: University of Chicago Press.
- Schwartz, J. L. y Yerushalmy, M.** (1987) "The Geometric Supposer: Using microcomputers to restore invention to the learning of mathematics", en D. N. Perkins, J. Lochhead y J. Bishop, eds., *Thinking: Proceedings of the second international conference* (págs. 525-36), Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Sherwood, R. D., Kinzer, C. K., Bransford, J. D. y Franks, J. J.** (1987) "Some benefits of creating macro-contexts for science instruction: Initial findings", *Journal of Research in Science Teaching*, 24, págs. 417-35.
- Strike, K. y Posner, G.** (1985) "A conceptual change view of learning and understanding", en L. H. T. West y A. L. Pines, eds., *Cognitive structure and conceptual change* (págs. 211-32), Nueva York: Academic Press.
- Toulmin, S. E.** (1958) *The uses of argument*, Cambridge University Press.
- Tweeney, R. D.** (1985) "Faraday's discovery of induction: A cognitive approach", en D. Gooding y F. James, eds., *Faraday rediscovered: Essays on the life and work of Michael Faraday, 1791-1867*, Nueva York: Stockton Press.
- (1992) "How Faraday invented the field", en R. Weber y D. N. Perkins, eds., *Inventive minds*, Nueva York: Oxford University Press.
- Vigotsky, L. S.** (1962) *Thought and language*, Cambridge, MA, MIT Press, Nueva York: Wiley.
- (1978) *Mind in society: The development of higher psychological processes*, Cambridge, MA: Harvard University Press.