

2

Colección Cómo aprenden las personas

Cómo los expertos se diferencian de los principiantes



Cómo aprenden las personas

Cerebro, mente, experiencia y escuela

Comité de Avances en la Ciencia del Aprendizaje

John D. Bransford, Ann L. Brown y Rodney R. Cocking, editores

con material adicional del

Comité de Investigación sobre el Aprendizaje
y la Práctica Educativa

M. Suzanne Donovan, John D. Bransford y James W. Pellegrino, editores

Comisión de Ciencias Sociales y del Comportamiento en
Educación

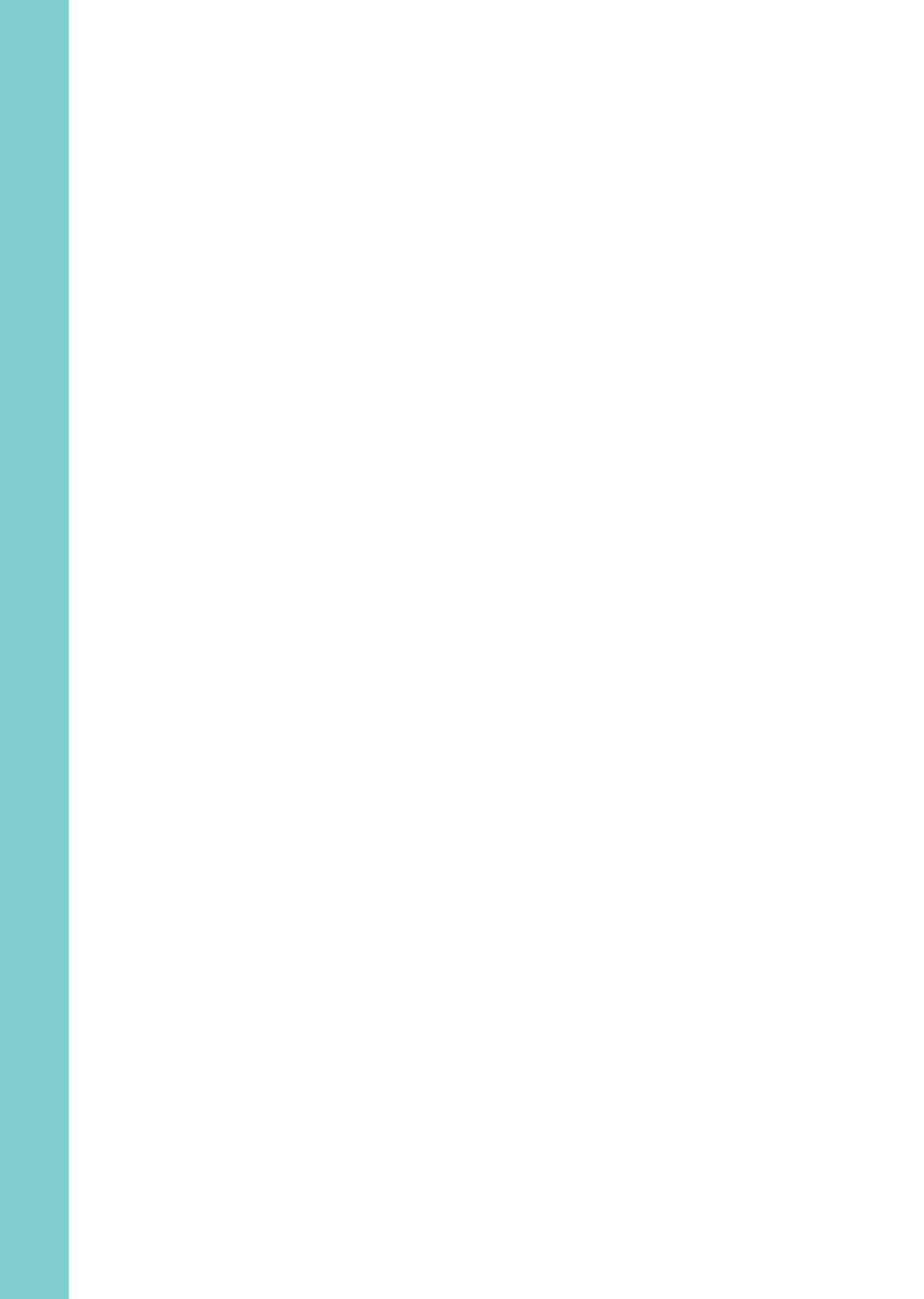
Consejo Nacional de Investigación
(National Research Council)

NATIONAL ACADEMY PRESS,
Washington, D.C.

This is a translation of *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School: Expanded Edition*, National Research Council; Division of Behavioral and Social Sciences and Education; Board on Behavioral, Cognitive, and Sensory Sciences; Committee on Developments in the Science of Learning with additional material from the Committee on Learning Research and Educational Practice © 2000 National Academy of Sciences. First published in English by National Academies Press. All rights reserved.

Edición en español

- Edición general: Eugenio Severin
- Traducción: Danilo Acevedo
- Edición y maquetación: María José Carreño Valencia



Prefacio

Es un honor presentar esta colección de libros en español, que recoge una serie de investigaciones fundamentales sobre cómo las personas aprenden y cómo podemos aplicar ese conocimiento en el ámbito educativo. Esta obra, que integra los hallazgos de los libros *How People Learn* y *How People Learn II*, se ofrece ahora en una edición ampliada, traducida y convertida en una colección de 20 libros breves, para proporcionar una comprensión integral de los procesos de aprendizaje, tanto en el contexto escolar como en otros ámbitos de la vida cotidiana.

El esfuerzo por traducir y poner a disposición de los lectores de América Latina estos trabajos es invaluable. Agradecemos profundamente el trabajo realizado por Tu Clase, cuya dedicación ha permitido que estos recursos científicos lleguen a una audiencia más amplia, contribuyendo a la mejora de la educación en la región. Este esfuerzo no solo facilita el acceso a investigaciones de vanguardia sobre el aprendizaje, sino que también fomenta

el diálogo entre la teoría y la práctica educativa, unificando las ideas de los dos libros originales una colección de gran relevancia para los educadores, estudiantes y responsables de políticas educativas de la región.

Esta colección abarca descubrimientos clave en diversas disciplinas como la neurociencia, la psicología cognitiva y social, la antropología y la educación, proporcionando una visión holística de cómo las personas aprenden y cómo podemos aplicar estos conocimientos en el aula y más allá. Además, ofrece un enfoque práctico que conecta la investigación con las estrategias pedagógicas, ayudando a los educadores a transformar sus enfoques y mejorar la experiencia educativa de sus estudiantes.

A través de esta colección, la National Science Academy de Estados Unidos y Tu Clase invitan a educadores, estudiantes, investigadores y responsables de políticas educativas a reflexionar sobre los avances en la ciencia del aprendizaje y a aplicar estos conocimientos para transformar la educación en nuestras comunidades. Esta obra representa un intento de apoyar un futuro educativo más informado y accesible, donde la ciencia y la práctica se encuentran para ofrecer una educación más profunda, significativa y equitativa para todos.

Alphonse MacDonald
Editor, National Academies Press

Prólogo

En este segundo libro de nuestra colección *Cómo aprenden las personas*, exploraremos una de las distinciones más relevantes: la que existe entre expertos y principiantes. Mientras que los expertos poseen un conocimiento profundo y una comprensión avanzada de su área, los principiantes están en una etapa inicial de adquisición de habilidades y conceptos. Esta diferencia no solo depende de la cantidad de información que cada uno maneja, sino también de la forma en que la procesan y la estructuran. Los expertos tienen la capacidad de organizar y aplicar el conocimiento de manera fluida y eficiente, mientras que los principiantes dependen más de estrategias de aprendizaje más simples y, a menudo, de pasos más estructurados.

Comprender estas diferencias es fundamental para los educadores, ya que impacta directamente en las estrategias que se utilizan para enseñar y aprender. Un experto en un área, al observar información relacionada con su campo, la

interpreta y organiza de forma distinta que un principiante. Mientras que el experto puede integrar la nueva información rápidamente, el principiante necesita tiempo y apoyo para conectar esa información con sus conocimientos previos. Esta disparidad resalta la importancia de adaptar las estrategias pedagógicas a las necesidades de los estudiantes, tomando en cuenta su nivel de conocimiento previo y su capacidad de procesamiento.

Para los docentes, reconocer que el aprendizaje de los estudiantes varía significativamente según su nivel de experiencia tiene un efecto crucial en la práctica educativa. Un docente experto en una disciplina puede asumir que sus estudiantes comprenden la información con la misma facilidad con la que él lo hace, lo que puede llevar a malentendidos o a la falta de progreso. Sin embargo, al ser consciente de que los estudiantes tienen diferentes formas de interpretar y procesar la información, el docente puede ajustar sus métodos de enseñanza para asegurar una mejor comprensión.

Este conocimiento también permite a los educadores reflexionar sobre la construcción del nuevo conocimiento. Al comprender cómo los estudiantes, dependiendo de su nivel de conocimiento previo, enfrentan los desafíos del aprendizaje, los docentes pueden diseñar experiencias que ayuden a los estudiantes a conectar la nueva información con lo que ya saben. Esto no solo facilita el aprendizaje, sino que también promueve la transferencia de ese conocimiento a contextos diferentes, ayudando a los estudiantes a integrar conceptos de manera más significativa. En nuestro propio aprendizaje individual, a menudo experimentamos cómo nos resulta más fácil aprender algo nuevo cuando podemos relacionarlo con una materia sobre la que ya tenemos conocimiento previo.

En última instancia, comprender cómo aprenden los expertos y los principiantes tiene un impacto directo en la calidad de la enseñanza. Al ajustar las estrategias a las necesidades de los estudiantes y al construir sobre sus conocimientos previos, los docentes no solo mejoran la comprensión de los contenidos, sino que también fomentan un ambiente de aprendizaje más inclusivo y efectivo. Esta reflexión continua sobre cómo enseñar y cómo los estudiantes aprenden es esencial para el éxito educativo, asegurando que cada estudiante, independientemente de su nivel de experiencia, tenga las herramientas necesarias para desarrollar su potencial.

Esperamos que este segundo volumen de la colección ayude a seguir profundizando el conocimiento y la reflexión pedagógica de todos nosotros, como educadores y como aprendices, de manera que la evidencia provista por la ciencia ilumine nuestras prácticas.

Eugenio Severin C.
Director ejecutivo Tu Clase

2

Cómo los expertos se diferencian de los principiantes

Las personas que han desarrollado experiencia en áreas particulares son, por definición, capaces de pensar de manera efectiva sobre problemas en esas áreas. Entender la experiencia es importante porque proporciona información sobre la naturaleza del pensamiento y la resolución de problemas. Las investigaciones muestran que no son simplemente habilidades generales, como la memoria o la inteligencia, ni el uso de estrategias generales las que diferencian a los expertos de los novatos. En cambio, los expertos han adquirido un conocimiento extenso que afecta lo que notan y cómo organizan, representan e interpretan la información en su entorno. Esto, a su vez, afecta sus habilidades para recordar, razonar y resolver problemas.

Este libro ilustra los hallazgos científicos clave que han surgido del estudio de personas que han desarrollado experiencia en áreas como ajedrez, física, matemáticas, electrónica e historia. Discutimos estos ejemplos no

porque se espere que todos los niños en edad escolar lleguen a ser expertos en estas o en otras áreas, sino porque el estudio de la experiencia muestra cómo son los resultados de un aprendizaje exitoso. En libros posteriores exploramos lo que se sabe sobre los procesos de aprendizaje que eventualmente pueden llevar al desarrollo de la experiencia.

Consideramos varios principios clave sobre el conocimiento de los expertos y sus posibles implicaciones para el aprendizaje y la enseñanza:

1. Los expertos notan características y patrones significativos de información que los novatos no notan.
2. Los expertos han adquirido una gran cantidad de conocimiento sobre el contenido que está organizado de maneras que reflejan una comprensión profunda de su materia.
3. El conocimiento de los expertos no puede reducirse a conjuntos de hechos o proposiciones aisladas, sino que, en cambio, refleja contextos de aplicabilidad: es decir, el conocimiento está “condicionado” a un conjunto de circunstancias.
4. Los expertos son capaces de recuperar de manera flexible aspectos importantes de su conocimiento con poco esfuerzo atencional.
5. Aunque los expertos conocen a fondo sus disciplinas, esto no garantiza que sean capaces de enseñar a otros.

6. Los expertos tienen diferentes niveles de flexibilidad en su enfoque hacia nuevas situaciones.

Patrones significativos de información

Uno de los primeros estudios sobre la experiencia demostró que el mismo estímulo se percibe y se comprende de manera diferente, dependiendo del conocimiento que una persona trae a la situación. DeGroot (1965) estaba interesado en entender cómo los maestros de ajedrez de clase mundial son consistentemente capaces de superar a sus oponentes. A los maestros de ajedrez y a jugadores menos experimentados, pero igualmente buenos, se les mostraron ejemplos de partidas de ajedrez y se les pidió que pensaran en voz alta mientras decidían qué movimiento realizarían si fueran uno de los jugadores; ver el cuadro 2.1. La hipótesis de DeGroot era que los maestros de ajedrez serían más propensos que quienes no lo son a (a) pensar en todas las posibilidades antes de hacer un movimiento (mayor amplitud de búsqueda) y (b) pensar en todos los posibles contramovimientos del oponente para cada movimiento considerado (mayor profundidad de búsqueda). En esta investigación pionera, los maestros de ajedrez exhibieron una considerable amplitud y profundidad en sus búsquedas, pero los jugadores de menor rango también lo hicieron. Y ninguno de ellos realizó búsquedas que cubrieran todas las posibilidades. De alguna manera, los maestros de ajedrez consideraban posibilidades de movimientos de mejor calidad que las consideradas por los jugadores menos experimentados. Algo más allá de las diferencias en las estrategias generales parecía ser responsable de las diferencias en la experiencia.

DeGroot concluyó que el conocimiento adquirido durante decenas de miles de horas de juego de ajedrez permitía a los maestros superar a sus oponentes. Específicamente, los maestros eran más propensos a reconocer configuraciones significativas de ajedrez y a comprender las implicaciones estratégicas de estas situaciones; este reconocimiento les permitió considerar conjuntos de posibles movimientos superiores a otros. Los patrones significativos parecían ser fácilmente evidentes para los maestros, lo que llevó a DeGroot (1965:33-34) a señalar:

Sabemos que aumentar la experiencia y el conocimiento en un campo específico (el ajedrez, por ejemplo) tiene el efecto de que las cosas (propiedades, etc.) que, en etapas anteriores, tenían que ser abstraídas, o incluso inferidas, tienden a ser percibidas inmediatamente en etapas posteriores. En gran medida, la abstracción es reemplazada por la percepción, pero no sabemos mucho sobre cómo funciona esto ni dónde está el límite. Como efecto de este reemplazo, una situación de problema llamada 'dada' no es realmente dada, ya que es vista de manera diferente por un experto de lo que es percibida por una persona inexperta...

El método de pensar en voz alta de DeGroot permitió un análisis muy cuidadoso de las condiciones de aprendizaje especializado y los tipos de conclusiones que se pueden extraer de ellos (ver Ericsson y Simon, 1993). Las hipótesis generadas a partir de los protocolos de pensar en voz alta suelen ser validadas a través del uso de otras metodologías.

La capacidad para recordar superior de los expertos, ilustrada en el ejemplo del cuadro, se ha explicado en términos de cómo "agrupan" varios elementos de una

configuración que están relacionados por una función o estrategia subyacente. Dado que existen límites en la cantidad de información que las personas pueden mantener en la memoria a corto plazo, la memoria a corto plazo se ve mejorada cuando las personas son capaces de agrupar información en patrones familiares (Miller, 1956). Los maestros de ajedrez perciben fragmentos de información significativa, lo que afecta su memoria sobre lo que ven. Los maestros de ajedrez pueden agrupar varias piezas de ajedrez en una configuración que está regida por algún componente estratégico del juego. Al no tener una estructura jerárquica y altamente organizada para el dominio, los novatos no pueden usar esta estrategia de agrupación. Es importante señalar que las personas no tienen que ser expertos de clase mundial para beneficiarse de su capacidad de codificar fragmentos significativos de información: los niños de 10 y 11 años que tienen experiencia en ajedrez pueden recordar más piezas de ajedrez que los estudiantes universitarios que no son jugadores de ajedrez. En contraste, cuando a los estudiantes universitarios se les presentaron otros estímulos, como secuencias de números, pudieron recordar más (Chi, 1978; Schneider et al., 1993); ver Figura 2.3.

Habilidades similares a las de los maestros de ajedrez han sido demostradas por expertos en otros dominios, como circuitos electrónicos (Egan y Schwartz, 1979), radiología (Lesgold, 1988) y programación de computadoras (Ehrlich y Soloway, 1984). En cada caso, la experiencia en un dominio ayuda a las personas a desarrollar una sensibilidad hacia patrones de información significativa que no están disponibles para los novatos. Por ejemplo, los técnicos electrónicos pudieron reproducir grandes porciones de diagramas complejos de circuitos después de solo unos segundos de visualización; los novatos no

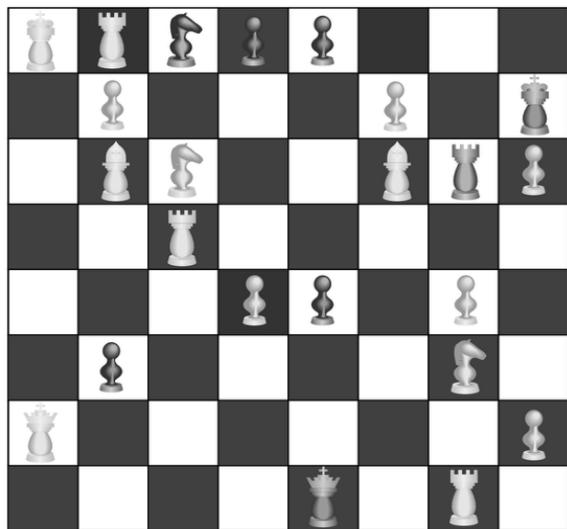
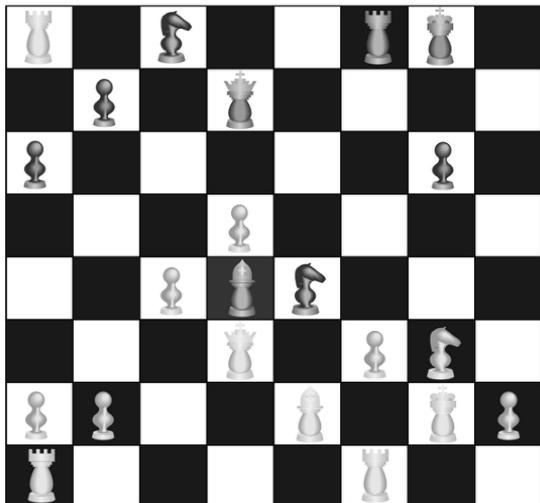


FIGURA 2.1
Posiciones del tablero de ajedrez utilizadas en experimentos de memoria. FUENTE: Adaptado de Chase y Simon (1973).

En un estudio, se les dio a un maestro de ajedrez, a un jugador de Clase A (bueno, pero no maestro), y a un principiante, 5 segundos para observar una posición del tablero de ajedrez tomada de la mitad de una partida; véase la Figura 2.1. Después de los 5 segundos, se cubrió el tablero y cada participante intentó reconstruir la posición en otro tablero. Este procedimiento se repitió en varias rondas hasta que todos obtuvieron una puntuación perfecta. En la primera ronda, el maestro colocó correctamente muchas más piezas que el jugador de Clase A, quien a su vez colocó más que el principiante: 16, 8 y 4 piezas, respectivamente. Sin embargo, estos resultados solo se produjeron cuando las piezas estaban organizadas en configuraciones que reflejaban partidas reales de ajedrez. Cuando las piezas de ajedrez se distribuyeron aleatoriamente y se presentaron durante 5 segundos, la capacidad de recuerdo del maestro y del jugador Clase A fue igual a la del principiante: colocaron correctamente entre 2 y 3 posiciones. Los datos obtenidos a lo largo de las rondas para configuraciones válidas y aleatorias de mitad de partida se muestran en la Figura 2.2.

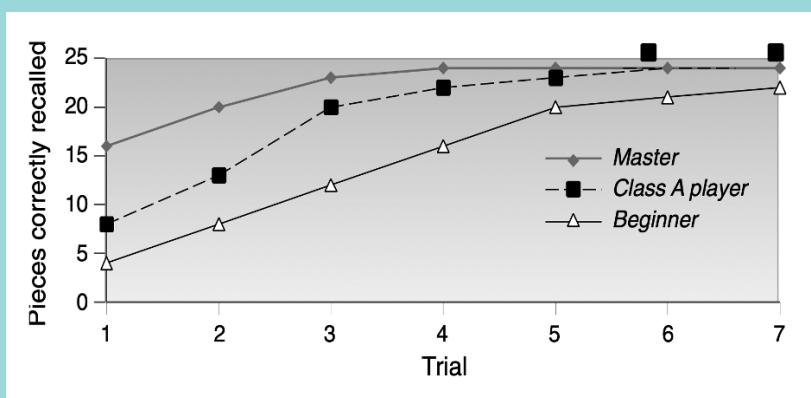


FIGURA 2.2 Recuerdos de los jugadores de ajedrez ordenados por nivel de experticia.

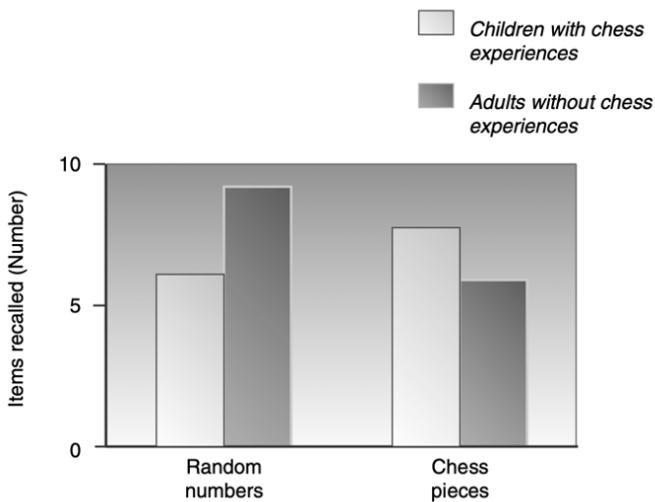


FIGURA 2.3 Recuerdos de números y piezas de ajedrez. FUENTE: Adaptado de Chi (1978).

pudieron hacerlo. Los técnicos expertos agruparon varios elementos individuales del circuito (por ejemplo, resistores y capacitores) que realizaban la función de un amplificador. Al recordar la estructura y la función de un amplificador típico, los expertos pudieron recordar la disposición de muchos de los elementos del circuito que componían el “fragmento amplificador.”

Los expertos en matemáticas también son capaces de reconocer rápidamente patrones de información, como tipos de problemas particulares que involucran clases específicas de soluciones matemáticas (Hinsley et al., 1977; Robinson y Hayes, 1978). Por ejemplo, los físicos reconocen problemas de corrientes de ríos y problemas de vientos en aviones como involucrando principios matemáticos similares,

como las velocidades relativas. El conocimiento experto que subyace la capacidad de reconocer tipos de problemas se ha caracterizado como el desarrollo de estructuras conceptuales organizadas, o esquemas, que guían cómo los problemas son representados y comprendidos (por ejemplo, Glaser y Chi, 1988). Los profesores expertos, también, han demostrado tener esquemas similares a los encontrados en el ajedrez y las matemáticas. Se les mostró una sesión grabada a expertos y principiantes (Sabers et al., 1991). El montaje experimental involucró tres pantallas que mostraban eventos simultáneos ocurridos en toda la clase (izquierda, centro y derecha). Durante parte de la sesión, a los profesores expertos y principiantes se les pidió que hablaran en voz alta sobre lo que estaban viendo. Más tarde, se les hizo preguntas sobre los eventos de la clase.

En general, los profesores expertos tenían comprensiones muy distintas de los eventos que estaban observando en comparación con los profesores principiantes; véanse ejemplos en el Recuadro 2.2. La idea de que los expertos reconocen características y patrones que pasan desapercibidos para los principiantes es potencialmente importante para mejorar la enseñanza. Por ejemplo, al observar textos instructivos, diapositivas o grabaciones en video, la información que perciben los principiantes puede ser bastante diferente de la que perciben los expertos (por ejemplo, Sabers et al., 1991; Bransford et al., 1988). Una dimensión clave en el desarrollo de una mayor competencia parece ser la capacidad creciente de segmentar el campo perceptivo (aprender a ver). Las investigaciones sobre la experiencia sugieren la importancia de proporcionar a los estudiantes experiencias de aprendizaje que mejoren específicamente su capacidad para reconocer patrones significativos de información (por ejemplo, Simon, 1980; Bransford et al., 1989).

Organización del conocimiento

Pasamos ahora a la interrogante de cómo está organizado el conocimiento de los expertos y cómo esto afecta sus habilidades para comprender y representar problemas. Su conocimiento no es simplemente una lista de hechos y fórmulas relevantes para su campo; en cambio, está organizado en torno a conceptos fundamentales o “grandes ideas” que orientan su forma de pensar sobre su área de conocimiento.

En un ejemplo tomado de la física, se les pidió a personas expertas y a principiantes competentes (estudiantes universitarios) que describieran verbalmente el enfoque que utilizarían para resolver problemas de física. Las personas expertas usualmente mencionaban los principios o leyes principales que eran aplicables al problema, junto con una justificación de por qué esas leyes se aplicaban y cómo podían aplicarse (Chi et al., 1981). En contraste, los principiantes competentes rara vez hacían referencia a principios o leyes fundamentales de la física; más bien, solían describir qué ecuaciones utilizarían y cómo las manipularían (Larkin, 1981, 1983).

El pensamiento de los expertos parece estar organizado en torno a ideas clave en física, como la segunda ley de Newton y cómo aplicarla, mientras que los principiantes tienden a percibir la resolución de problemas en física como un proceso de memorizar, recordar y manipular ecuaciones para obtener respuestas. Al resolver problemas, los expertos en física a menudo hacen una pausa para dibujar un esquema cualitativo sencillo; no se limitan a reemplazar números en una fórmula. El diagrama suele irse desarrollando a medida que el experto busca una vía de solución viable (por ejemplo, ver Larkin et al., 1980;

RECUADRO 2.2 Lo Que Ven Los Profesores Principiantes y Expertos

A diferencia de los principiantes, los profesores expertos ven cosas muy diferentes al observar un video de una clase en un aula.

Experto 6: En el monitor de la izquierda, la toma de apuntes de los estudiantes indica que ya han visto hojas como esta y han tenido presentaciones similares antes; a estas alturas es bastante eficiente porque están acostumbrados al formato que están utilizando.

Experto 7: No entiendo por qué los estudiantes no pueden averiguar esta información por sí mismos en lugar de escuchar a alguien que se las diga, porque si observas sus caras, la mayoría empieza más o menos durante los primeros 2 o 3 minutos prestando atención a lo que ocurre y luego simplemente se desconectan.

Experto 2: ... No he escuchado el timbre, pero los estudiantes ya están en sus escritorios y parecen estar realizando una actividad con un propósito, y es más o menos en este momento cuando decido que deben ser un grupo avanzado porque entraron al aula y comenzaron a hacer algo en lugar de simplemente sentarse a socializar.

Principiante 1: ... No puedo decir qué están haciendo. Se están preparando para la clase, pero no puedo decir qué están haciendo.

Principiante 3: Ella está tratando de comunicarse con ellos sobre algo, pero realmente no podría decir qué es.

Otro principiante: Es mucho para observar.

Larkin y Simon, 1987; Simon y Simon, 1978).

También se pueden observar diferencias en cómo expertos y principiantes en física abordan los problemas cuando se les pide que los clasifiquen, escritos en tarjetas, de acuerdo con el método que se podría utilizar para resolverlos (Chi et al., 1981). Los expertos organizan las tarjetas en función de los principios que pueden aplicarse para resolver los problemas; los principiantes, en cambio, las agrupan según características superficiales. Por ejemplo, en el subcampo de la mecánica, una persona experta podría agrupar los problemas que pueden resolverse mediante la conservación de la energía, mientras que una persona principiante podría agrupar aquellos que contienen planos inclinados; ver Figura 2.4. Responder a las características superficiales de los problemas no es muy útil, ya que dos problemas que contienen los mismos objetos y se ven muy parecidos pueden requerir enfoques completamente distintos para ser resueltos.

Algunos estudios sobre expertos y principiantes en física han explorado la organización de las estructuras de conocimiento disponibles para estos distintos grupos (Chi et al., 1982); ver Figura 2.5. Al representar un esquema sobre un plano inclinado, el esquema del principiante contiene principalmente rasgos superficiales del plano inclinado. En contraste, el esquema del experto conecta de inmediato la noción del plano inclinado con las leyes de la física y las condiciones bajo las cuales esas leyes son aplicables.

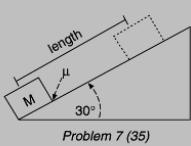
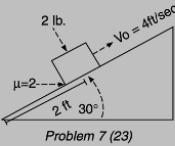
Los tiempos de pausa también se han utilizado para inferir la estructura del conocimiento experto en áreas como el ajedrez y la física. Las personas expertas en física parecen evocar conjuntos de ecuaciones relacionadas, de modo que recordar una activa otras ecuaciones

vinculadas, que son recuperadas rápidamente (Larkin, 1979). Las personas principiantes, en cambio, recuperan ecuaciones con intervalos más regulares entre una y otra, lo que sugiere una búsqueda secuencial en la memoria. Los expertos parecen poseer una organización eficiente del conocimiento, con relaciones significativas entre elementos agrupados en unidades relacionadas, regidas por conceptos y principios subyacentes; ver Recuadro 2.3. Dentro de esta visión sobre la experticia, "saber más" significa tener más bloques conceptuales en la memoria, más relaciones o características que definen cada bloque, más interrelaciones entre los bloques y métodos eficientes para recuperar bloques relacionados y procedimientos para aplicar esas unidades de información en contextos de resolución de problemas (Chi et al., 1981).

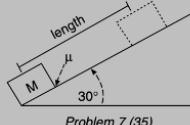
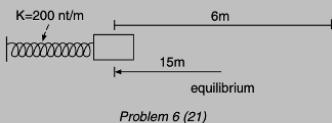
Las diferencias en cómo las personas expertas y no expertas organizan el conocimiento también se han demostrado en áreas como la historia (Wineburg, 1991). Un grupo de expertos en historia y un grupo de estudiantes sobresalientes de enseñanza media, inscritos en un curso avanzado de historia, fueron sometidos primero a una prueba de conocimientos sobre la Revolución Americana. Las personas historiadoras, con formación en historia de Estados Unidos, respondieron correctamente la mayoría de los ítems.

Sin embargo, muchos de los historiadores especializados en el estudio tenían especialidades en otras áreas y sólo conocían un tercio de los datos evaluados en las pruebas. Varios estudiantes obtuvieron puntajes más altos que algunos historiadores en la prueba de conocimientos fácticos. El estudio luego comparó cómo los historiadores y los estudiantes interpretaron documentos históricos, y los resultados mostraron diferencias notables bajo

Novices' explanation for their grouping of two problems



Experts' explanation for their grouping of two problems



Explicaciones

- *Principiante 1: Estos son problemas con bloques en un plano inclinado.*
- *Principiante 5: Problemas de planos inclinados, coeficiente de fricción.*
- *Principiante 6: Bloques en planos inclinados con ángulos.*

Explicaciones

- *Experto 2: Conservación de la energía.*
- *Experto 3: Teorema del trabajo y la energía. Todos son problemas bastante directos.*
- *Experto 4: Estos pueden resolverse considerando la energía. O bien se conoce el principio de conservación de la energía, o hay una pérdida de trabajo en alguna parte.*

FIGURA 2.4 Un ejemplo de clasificaciones de problemas de física realizadas por principiantes y expertos. Cada imagen anterior representa un diagrama que puede elaborarse a partir del enunciado de un problema de física extraído de un libro de texto introductorio. A los principiantes y expertos que participaron en este estudio se les pidió categorizar muchos de estos problemas en función de la similitud de su solución. Los dos pares muestran un contraste evidente entre los esquemas de categorización de expertos y principiantes. Los principiantes tienden a clasificar los problemas de física como similares si "se ven parecidos" (es decir, si comparten características superficiales), mientras que los expertos los agrupan según el principio fundamental que podría aplicarse para resolverlos.

FUENTE: Adaptado de Chi et al. (1981).

No hubo permiso para publicar la figura 2.5. Esta figura se encuentra en la versión impresa pero no está disponible en la versión online.

prácticamente cualquier criterio. Los historiadores destacaron en la profundidad de sus comprensiones, en su habilidad para proponer explicaciones alternativas a los hechos y en su uso de evidencias que respaldaran sus ideas. Esta profundidad de entendimiento fue tan evidente en los especialistas en Asia y en historia medieval como en los especialistas en historia estadounidense.

Cuando se pidió a ambos grupos seleccionar una de tres imágenes que mejor representara su comprensión de la batalla de Lexington, las diferencias fueron aún más claras. Los historiadores se movían cuidadosamente entre el conjunto de documentos escritos y las tres imágenes del campo de batalla. Para ellos, la tarea de elegir una imagen era un ejercicio epistemológico por excelencia: una tarea que exploraba los límites del conocimiento histórico. Sabían que ningún documento o imagen por sí sola podía contar toda la historia; por eso, reflexionaban profundamente antes de tomar una decisión. En contraste, los estudiantes generalmente miraban las imágenes y elegían una sin mayor análisis ni justificación. Para ellos, el proceso era similar a responder una pregunta de selección múltiple en una prueba.

En resumen, aunque los estudiantes obtuvieron muy buenos resultados en preguntas de hechos históricos, estaban en gran medida poco familiarizados con las formas reales de indagación histórica. No contaban con una forma sistemática de entender afirmaciones contradictorias. Al enfrentarse a un conjunto de documentos históricos que requerían analizar distintas versiones y formular una interpretación razonada, la mayoría se vio superada por la tarea. Les faltaba la comprensión profunda que tienen los expertos sobre cómo desarrollar interpretaciones fundamentadas a partir de documentos históricos. Las

personas expertas en otras ciencias sociales también organizan su resolución de problemas en torno a grandes ideas (véase, por ejemplo, Voss et al., 1984).

El hecho de que el conocimiento de las personas expertas esté organizado en torno a ideas o conceptos importantes sugiere que los planes de estudio también deberían estructurarse de manera que favorezcan la comprensión conceptual. Muchos enfoques de diseño curricular dificultan que los estudiantes organicen el conocimiento de forma significativa. A menudo, sólo se da una cobertura superficial de los hechos antes de pasar al siguiente tema, sin dejar tiempo suficiente para desarrollar ideas organizadoras importantes. Los textos de historia, por ejemplo, a veces enfatizan los hechos sin ofrecer herramientas para comprenderlos (e.g., Beck et al., 1989, 1991). Muchas formas de enseñar ciencias también sobrevaloran los datos (American Association for the Advancement of Science, 1989; National Research Council, 1996).

La Tercera Encuesta Internacional sobre Matemáticas y Ciencias (TIMSS) (Schmidt et al., 1997) criticó los planes de estudio que eran “un kilómetro de ancho y un centímetro de profundidad” y argumentó que este problema es mucho más común en Estados Unidos que en la mayoría de los otros países. La investigación sobre la experiencia sugiere que cubrir superficialmente muchos temas puede ser una estrategia poco eficaz para ayudar a los estudiantes a desarrollar las competencias necesarias para el aprendizaje futuro y el trabajo. La idea de ayudar a los estudiantes a organizar su conocimiento también sugiere que los principiantes podrían beneficiarse de modelos que muestren cómo las personas expertas abordan la resolución de problemas, especialmente si luego reciben

orientación para usar estrategias similares (e.g., Brown et al., 1989; este tema se aborda con más profundidad en los libros 3 y 7).

Contexto y acceso al conocimiento

Los expertos poseen un vasto repertorio de conocimientos relevantes para su área o disciplina, pero solo una parte de ese conocimiento es pertinente para resolver un problema en particular. Los expertos no tienen que buscar entre todo lo que saben para encontrar lo relevante; hacerlo saturaría su memoria de trabajo (Miller, 1956). Por ejemplo, los maestros de ajedrez mencionados anteriormente consideraron solo un subconjunto de jugadas posibles, pero esas jugadas fueron generalmente superiores a las consideradas por jugadores de menor nivel. Los expertos no solo han adquirido conocimiento, sino que también son hábiles para recuperar el conocimiento relevante para una tarea específica. En el lenguaje de los científicos cognitivos, el conocimiento de los expertos está “condicionado”: incluye una especificación de los contextos en los que es útil (Simon, 1980; Glaser, 1992). El conocimiento que no está condicionado suele ser “inerte” porque no se activa, aunque sea relevante (Whitehead, 1929).

El concepto de conocimiento condicionado tiene implicaciones para el diseño del currículo, la enseñanza y las prácticas de evaluación que promuevan un aprendizaje efectivo. Muchos currículos y métodos de enseñanza no ayudan a los estudiantes a condicionar su conocimiento: “Los libros de texto son mucho más explícitos al enunciar las leyes de las matemáticas o de la naturaleza que al decir algo sobre cuándo estas leyes pueden ser útiles para resolver

RECUADRO 2.3 Comprensión y Resolución de Problemas

En matemáticas, las personas expertas tienen más probabilidades que los principiantes de intentar primero comprender el problema, en lugar de simplemente reemplazar números en fórmulas. En un estudio (Paige y Simon, 1966), se pidió a expertos y estudiantes que resolvieran problemas verbales de álgebra, como el siguiente:

Una tabla fue serrada en dos partes. Una de las partes tenía dos tercios del largo de la tabla completa y era superada en longitud por la segunda parte en cuatro pies. ¿Cuánto medía la tabla antes de ser cortada?

Las personas expertas se dan cuenta rápidamente de que el problema, tal como está planteado, es lógicamente imposible. Aunque algunos estudiantes también llegan a esa conclusión, otros simplemente aplican ecuaciones, lo que resulta en una respuesta con una longitud negativa. Un ejemplo similar proviene de un estudio con personas adultas y niños (Reusser, 1993), a quienes se les preguntó:

Hay 26 ovejas y 10 cabras en un barco. ¿Qué edad tiene el capitán?

La mayoría de las personas adultas tienen suficiente experiencia para darse cuenta de que este problema no tiene solución, pero muchos escolares no se dieron cuenta de eso en absoluto. Más de las tres cuartas partes de los niños en un estudio intentaron dar una respuesta numérica al problema. En lugar de preguntarse si el problema tenía sentido, se preguntaban si debían sumar, restar, multiplicar o dividir. Como explicó un niño de quinto básico, luego de responder que la edad del capitán era 36: "Bueno, en este tipo de problemas uno tiene que sumar, restar o multiplicar, y este parecía funcionar mejor si sumaba" (Bransford y Stein, 1993:196).

problemas" (Simon, 1980:92). Se deja en gran medida a los estudiantes la tarea de generar los pares condición-acción necesarios para resolver problemas novedosos.

Una forma de ayudar a los estudiantes a aprender sobre las condiciones de aplicabilidad es asignar problemas de enunciado que requieran el uso de conceptos y fórmulas apropiadas (Lesgold, 1984, 1988; Simon, 1980). Si están bien diseñados, estos problemas pueden ayudar a los estudiantes a aprender cuándo, dónde y por qué utilizar el conocimiento que están adquiriendo. Sin embargo, a veces los estudiantes pueden resolver conjuntos de ejercicios prácticos sin condicionarizar su conocimiento, porque saben de qué capítulo provienen los problemas y, por lo tanto, utilizan automáticamente esta información para decidir qué conceptos y fórmulas son relevantes. Los ejercicios organizados en hojas de trabajo muy estructuradas también pueden provocar este problema. A veces, estudiantes que han tenido buenos resultados en estas tareas —y que creen estar aprendiendo— se llevan una desagradable sorpresa al enfrentarse a pruebas donde los problemas están presentados de manera aleatoria, sin pistas sobre el capítulo del que provienen (Bransford, 1979).

El concepto de conocimiento condicionado también tiene importantes implicaciones para las prácticas de evaluación que proporcionan retroalimentación sobre el aprendizaje. Muchos tipos de exámenes no ayudan a los profesores y estudiantes a evaluar el grado en que el conocimiento de los estudiantes está condicionado. Por ejemplo, se podría pedir a los estudiantes que respondan si la fórmula que cuantifica la relación entre masa y energía es $E = MC$, $E = MC^2$ o $E = MC^3$. Una respuesta correcta no requiere conocimiento de las condiciones bajo las cuales es apropiado usar la fórmula. De manera similar, en una

clase de literatura, se podría pedir a los estudiantes que expliquen el significado de proverbios familiares, como “quien duda, pierde” o “demasiados cocineros estropean el caldo”. La capacidad de explicar el significado de cada proverbio no garantiza que los estudiantes sepan las condiciones bajo las cuales cualquiera de los proverbios es útil. Tal conocimiento es importante porque, cuando se consideran solo como proposiciones, los proverbios a menudo se contradicen entre sí. Para usarlos de manera efectiva, las personas necesitan saber cuándo y por qué es apropiado aplicar el dicho “tres son multitud” frente a “más manos alivian el trabajo” o “el que pestañeá, pierde” frente a “la prisa es mala consejera” (ver Bransford y Stein, 1993).

Recuperación fluida

Las habilidades de las personas para recuperar el conocimiento relevante pueden variar desde ser “esforzadas” hasta “relativamente sin esfuerzo” (fluida) hasta “automática” (Schneider y Shiffrin, 1977). La recuperación automática y fluida son características importantes de la experiencia.

La recuperación fluida no significa que los expertos siempre realicen una tarea más rápido que los novatos. Debido a que los expertos intentan comprender los problemas en lugar de saltar inmediatamente a estrategias de solución, a veces tardan más que los novatos (por ejemplo, Getzels y Csikszentmihalyi, 1976). Pero dentro del proceso general de resolución de problemas, hay una serie de subprocesos que, para los expertos, varían desde lo fluido hasta lo automático. La fluidez es importante porque el procesamiento sin esfuerzo requiere menos atención consciente. Dado que la cantidad de información a la que una persona puede

atender en un momento dado está limitada (Miller, 1956), la facilidad de procesamiento de algunos aspectos de una tarea da a la persona más capacidad para atender otros aspectos de la tarea (LaBerge y Samuels, 1974; Schneider y Shiffrin, 1985; Anderson, 1981, 1982; Lesgold et al., 1988).

Un buen ejemplo de fluidez y automaticidad es aprender a conducir un automóvil. Cuando se aprende, los principiantes no pueden conducir y, al mismo tiempo, mantener una conversación. Con la experiencia, esto se vuelve fácil de hacer. De manera similar, los lectores novatos cuya habilidad para decodificar palabras aún no es fluida no pueden dedicar atención a la tarea de comprender lo que leen (LaBerge y Samuels, 1974). Los problemas de fluidez son muy importantes para comprender el aprendizaje y la instrucción. Muchos entornos educativos no ayudan a todos los estudiantes a desarrollar la fluidez necesaria para realizar tareas cognitivas con éxito (Beck et al., 1989; Case, 1978; Hasselbring et al., 1987; LaBerge y Samuels, 1974).

Un aspecto importante del aprendizaje es volverse fluido en el reconocimiento de tipos de problemas en dominios particulares, como problemas que involucren la segunda ley de Newton o conceptos de tasa y funciones, para que las soluciones adecuadas se puedan recuperar fácilmente de la memoria. El uso de procedimientos instruccionales que aceleren el reconocimiento de patrones es prometedor en este sentido (por ejemplo, Simon, 1980).

Expertos y enseñanza

La experiencia en un dominio particular no garantiza que uno sea bueno para ayudar a otros a aprenderlo. De hecho,

la experiencia puede a veces dificultar la enseñanza porque muchos expertos olvidan lo que es fácil y lo que es difícil para los estudiantes. Reconociendo este hecho, algunos grupos que diseñan materiales educativos emparejan a expertos en contenido con "novatos capacitados" cuyo área de experiencia radica en otro lugar: su tarea es desafiar continuamente a los expertos hasta que las ideas de estos sobre la instrucción empiecen a tener sentido para ellos (Cognition and Technology Group at Vanderbilt, 1997).

El conocimiento del contenido necesario para la experiencia en una disciplina debe diferenciarse del conocimiento pedagógico del contenido que subyace en una enseñanza efectiva (Redish, 1996; Shulman, 1986, 1987). Este último incluye información sobre las dificultades típicas que los estudiantes encuentran al intentar aprender sobre un conjunto de temas; los caminos típicos que los estudiantes deben recorrer para lograr la comprensión; y los conjuntos de estrategias potenciales para ayudar a los estudiantes a superar las dificultades que encuentran. Shulman (1986, 1987) argumenta que el conocimiento pedagógico del contenido no es equivalente al conocimiento de un dominio de contenido más un conjunto genérico de estrategias de enseñanza; en cambio, las estrategias de enseñanza varían según las disciplinas. Los profesores expertos saben los tipos de dificultades que los estudiantes probablemente enfrentarán; saben cómo aprovechar el conocimiento previo de los estudiantes para hacer que la nueva información sea significativa; y saben cómo evaluar el progreso de sus estudiantes. Los profesores expertos han adquirido tanto conocimiento pedagógico del contenido como conocimiento del contenido; ver el recuadro 2.4.

En ausencia del conocimiento pedagógico del contenido, los profesores suelen depender de los editores de libros de

texto para tomar decisiones sobre cómo organizar mejor los temas para los estudiantes. Por lo tanto, se ven obligados a depender de las “prescripciones de los desarrolladores del currículo ausentes” (Brophy, 1983), quienes no saben nada sobre los estudiantes particulares en cada salón de clases. El conocimiento pedagógico del contenido es una parte extremadamente importante de lo que los profesores deben aprender para ser más efectivos. (Este tema se analiza más detalladamente en el libro 7).

Experticia adaptativa

Una pregunta importante para los educadores es si algunas formas de organizar el conocimiento son mejores que otras para ayudar a las personas a seguir siendo flexibles y adaptarse a nuevas situaciones. Por ejemplo, contrastemos dos tipos de expertos en sushi japoneses (Hatano e Inagaki, 1986): uno sobresale en seguir una receta fija; el otro tiene “experticia adaptativa” y es capaz de preparar sushi de manera bastante creativa. Estos parecen ser ejemplos de dos tipos muy diferentes de experticia, uno que es relativamente rutinario y otro que es flexible y más adaptable a las demandas externas: los expertos han sido caracterizados como “simplemente hábiles” frente a “altamente competentes” o, de forma más colorida, como “artesanos” frente a “virtuosos” (Miller, 1978). Estas diferencias aparentemente existen en una amplia variedad de trabajos.

Un análisis observó estas diferencias en el diseño de sistemas de información (Miller, 1978). Los diseñadores de sistemas de información suelen trabajar con clientes que especifican lo que quieren. El objetivo del diseñador es

construir sistemas que permitan a las personas almacenar y acceder de manera eficiente a la información relevante (generalmente a través de computadoras).

Los expertos artesanos buscan identificar las funciones que sus clientes quieren automatizar; tienden a aceptar el problema y sus límites tal como los plantea el cliente. Abordan los nuevos problemas como oportunidades para usar su experiencia existente para hacer tareas familiares de manera más eficiente. Es importante enfatizar que las habilidades de los artesanos suelen ser amplias y no deben subestimarse. En cambio, los expertos virtuosos tratan la declaración del problema del cliente con respeto, pero la consideran “un punto de partida y exploración” (Miller, 1978). Ven las tareas como oportunidades para explorar y expandir su nivel actual de experiencia. Miller también observa que, en su experiencia, los virtuosos exhiben sus características positivas a pesar de su entrenamiento, que generalmente se restringe solo a habilidades técnicas.

El concepto de experticia adaptativa también ha sido explorado en un estudio de expertos en historia (Wineburg, 1998). Se les pidió a dos expertos en historia y a un grupo de futuros profesores que leyieran e interpretaran un conjunto de documentos sobre Abraham Lincoln y su visión de la esclavitud. Este es un tema complejo que, para Lincoln, involucró conflictos entre la ley promulgada (la Constitución), la ley natural (como se codifica en la Declaración de Independencia) y la ley divina (suposiciones sobre los derechos básicos). Uno de los historiadores era un experto en Lincoln; el segundo historiador tenía experiencia en otro tema. El experto en Lincoln aportó un conocimiento detallado del contenido a los documentos y los interpretó con facilidad; el otro historiador estaba familiarizado con algunos de los temas generales en los documentos, pero

RECUADRO 2.3 Enseñando *Hamlet*

Dos nuevos profesores de inglés, Jake y Steven, con antecedentes similares en materia de contenido provenientes de universidades privadas de élite, comenzaron a enseñar *Hamlet* en la escuela secundaria (Grossman, 1990).

En su enseñanza, Jake pasó 7 semanas guiando a sus estudiantes a través de una explicación palabra por palabra del texto, enfocándose en nociones de "reflexividad lingüística" y en cuestiones del modernismo. Sus tareas incluían análisis en profundidad de los soliloquios, memorización de pasajes largos y un trabajo final sobre la importancia del lenguaje en *Hamlet*. El modelo de Jake para esta instrucción era su propio trabajo universitario; no hubo mucha transformación de su conocimiento, excepto para repartirlo en fragmentos que encajaran en los bloques de 50 minutos de la jornada escolar. La imagen que Jake tenía sobre cómo responderían los estudiantes era la de sus propias respuestas como estudiante que amaba a Shakespeare y se deleitaba con el análisis textual cercano. En consecuencia, cuando los estudiantes respondieron de manera menos entusiasta, Jake no estaba preparado para entender su confusión: "El mayor problema que tengo con la enseñanza, por mucho, es tratar de ponerme en la mentalidad de un estudiante de noveno grado..."

Steven comenzó su unidad sobre *Hamlet* sin mencionar nunca el nombre de la obra. Para ayudar a sus estudiantes a comprender el esquema inicial de los temas y problemas de la obra, les pidió que imaginaran que sus padres se habían divorciado recientemente y que sus madres se habían emparejado con un nuevo hombre. Este nuevo hombre había reemplazado a su padre en el trabajo y "se decía que tenía algo que ver con la expulsión de tu padre" (Grossman, 1990:24). Steven luego les pidió a los estudiantes que pensaran en las circunstancias que podrían llevarlos a volverse tan locos que contemplaran asesinar a otra persona. Solo entonces, después de que los estudiantes hubieran reflexionado sobre estos problemas y hecho algunas escrituras sobre ellos, fue cuando Steven introdujo la obra que iban a leer.

rápidamente se confundió con los detalles. De hecho, al comienzo de la tarea, el segundo historiador reaccionó de manera similar a un grupo de futuros profesores de secundaria que se enfrentaron a la misma tarea (Wineburg y Fournier, 1994): al intentar armonizar la información discrepante sobre la posición de Lincoln, ambos apelaron a una variedad de formas sociales y organizaciones presentes—como los escritores de discursos, las ruedas de prensa y los “expertos en comunicación”—para explicar por qué las cosas parecían ser discrepantes. Sin embargo, a diferencia de los futuros profesores, el segundo historiador no se detuvo con su análisis inicial. En cambio, adoptó una hipótesis de trabajo que asumía que las aparentes contradicciones podían estar menos enraizadas en la duplicidad de Lincoln que en su propia ignorancia sobre el siglo XIX. El experto dio un paso atrás de su interpretación inicial y buscó una comprensión más profunda de los problemas. A medida que leía los textos desde esta perspectiva, su comprensión se profundizó y aprendió de la experiencia. Después de un considerable trabajo, el segundo historiador fue capaz de reconstruir una estructura interpretativa que lo llevó al final de la tarea, a donde su colega más conocedor había comenzado. Los futuros profesores de historia, en contraste, nunca avanzaron más allá de sus interpretaciones iniciales de los eventos.

Una característica importante exhibida por el experto en historia es lo que se conoce como “metacognición”: la habilidad para monitorear el nivel actual de comprensión y decidir cuándo no es adecuado. El concepto de metacognición fue introducido originalmente en el contexto del estudio de los niños pequeños (por ejemplo, Brown, 1980; Flavell, 1985, 1991). Por ejemplo, los niños pequeños a menudo creen erróneamente que pueden recordar información y, por lo tanto, no utilizan estrategias efectivas,

como la repetición. La capacidad para reconocer los límites de lo que se sabe actualmente, y luego tomar medidas para remediar la situación, es extremadamente importante para los aprendices de todas las edades. El experto en historia que no era especialista en Lincoln fue metacognitivo en el sentido de que reconoció con éxito la insuficiencia de sus intentos iniciales de explicar la posición de Lincoln. Como consecuencia, adoptó la hipótesis de trabajo de que necesitaba aprender más sobre el contexto de la época de Lincoln antes de llegar a una conclusión razonada.

Las creencias sobre lo que significa ser un experto pueden afectar el grado en que las personas buscan explícitamente lo que no saben y toman medidas para mejorar la situación. En un estudio de investigadores y profesores veteranos, una suposición común era que “un experto es alguien que sabe todas las respuestas” (Cognition and Technology Group at Vanderbilt, 1997). Esta suposición era implícita, en lugar de explícita, y nunca había sido cuestionada ni discutida. Pero cuando los investigadores y profesores discutieron este concepto, descubrieron que ponía severas restricciones al aprendizaje nuevo, porque la tendencia era preocuparse por parecer competentes, en lugar de reconocer públicamente la necesidad de ayuda en ciertas áreas (véase Dweck, 1989, para hallazgos similares con estudiantes). Los investigadores y profesores encontraron útil reemplazar su modelo previo de “expertos llenos de respuestas” por el modelo de “principiantes experimentados”. Los principiantes experimentados son hábiles en muchas áreas y se sienten orgullosos de sus logros, pero se dan cuenta de que lo que saben es minúsculo en comparación con todo lo que se puede conocer. Este modelo ayuda a liberar a las personas para seguir aprendiendo, aunque hayan pasado 10 a 20 años como “expertos” en su campo.

El concepto de experticia adaptativa (Hatano e Inagaki, 1986) proporciona un modelo importante de aprendizaje exitoso. Los expertos adaptativos son capaces de abordar nuevas situaciones de manera flexible y aprender a lo largo de sus vidas. No solo usan lo que han aprendido, sino que son metacognitivos y constantemente cuestionan sus niveles actuales de experticia e intentan superarlos. No simplemente intentan hacer las mismas cosas de manera más eficiente; intentan hacer las cosas mejor. Un desafío importante para las teorías del aprendizaje es entender cómo ciertos tipos de experiencias de aprendizaje desarrollan la experticia adaptativa o los “virtuosos”.

Conclusión

Las habilidades de los expertos para razonar y resolver problemas dependen de un conocimiento bien organizado que afecta lo que notan y cómo representan los problemas. Los expertos no son simplemente “solucionadores generales de problemas” que han aprendido un conjunto de estrategias que operan en todos los dominios. El hecho de que los expertos sean más propensos que los principiantes a reconocer patrones significativos de información se aplica en todos los dominios, ya sea ajedrez, electrónica, matemáticas o enseñanza en el aula. En palabras de deGroot (1965), una situación “dada” no es realmente una “dada”. Debido a su capacidad para ver patrones de información significativa, los expertos comienzan a resolver problemas “desde un lugar más alto” (deGroot, 1965). El énfasis en los patrones percibidos por los expertos sugiere que el reconocimiento de patrones es una estrategia importante para ayudar a los estudiantes a desarrollar confianza y competencia. Estos patrones proporcionan condiciones

activadoras para acceder a conocimientos relevantes para una tarea.

Estudios en áreas como física, matemáticas e historia también demuestran que los expertos primero buscan desarrollar una comprensión de los problemas, y esto a menudo implica pensar en términos de conceptos fundamentales o grandes ideas, como la segunda ley de Newton en física. El conocimiento de los principiantes tiene muchas menos probabilidades de estar organizado en torno a grandes ideas; es más probable que aborden los problemas buscando fórmulas correctas y respuestas fáciles que encajen con sus intuiciones cotidianas.

Las mallas curriculares que enfatizan la amplitud del conocimiento pueden impedir la organización efectiva del conocimiento porque no hay suficiente tiempo para aprender algo en profundidad. La instrucción que permite a los estudiantes ver modelos de cómo los expertos organizan y resuelven problemas puede ser útil. Sin embargo, como se discute con más detalle en los libros posteriores, el nivel de complejidad de los modelos debe adaptarse a los niveles actuales de conocimiento y habilidades de los estudiantes.

Aunque los expertos poseen un vasto repertorio de conocimientos, solo un subconjunto de ellos es relevante para un problema en particular. Los expertos no realizan una búsqueda exhaustiva de todo lo que saben; esto sobrecargaría su memoria de trabajo (Miller, 1956). En cambio, la información relevante para una tarea tiende a ser recuperada selectivamente (por ejemplo, Ericsson y Staszewski, 1989; deGroot, 1965). El tema de la recuperación de información relevante proporciona pistas sobre la naturaleza del conocimiento utilizable. El conocimiento debe ser “condicionado” para poder recuperarlo cuando sea

necesario; de lo contrario, permanece inerte (Whitehead, 1929). Muchos diseños de instrucción curricular y prácticas de evaluación no enfatizan la importancia del conocimiento condicionado. Por ejemplo, los textos a menudo presentan hechos y fórmulas sin prestar mucha atención a ayudar a los estudiantes a aprender las condiciones bajo las cuales son más útiles. Muchas evaluaciones miden solo el conocimiento proposicional (factual) y nunca preguntan si los estudiantes saben cuándo, dónde y por qué usar ese conocimiento.

Otra característica importante de la experiencia es la capacidad de recuperar el conocimiento relevante de manera relativamente “sin esfuerzo”. Esta recuperación fluida no significa que los expertos siempre realicen tareas en menos tiempo que los novatos; a menudo toman más tiempo para comprender completamente un problema. Pero su capacidad para recuperar información sin esfuerzo es extremadamente importante porque la fluidez impone menos demandas en la atención consciente, que es limitada en capacidad (Schneider y Shiffrin, 1977, 1985). La recuperación con esfuerzo, por el contrario, impone muchas demandas sobre la atención del estudiante: el esfuerzo atencional se está gastando en recordar en lugar de aprender. La instrucción que se enfoca exclusivamente en la precisión no necesariamente ayuda a los estudiantes a desarrollar fluidez (por ejemplo, Beck et al., 1989; Hasselbring et al., 1987; LaBerge y Samuels, 1974).

La experiencia en un área no garantiza que uno pueda enseñar de manera efectiva a otros sobre esa área. Los profesores expertos conocen los tipos de dificultades que los estudiantes son propensos a enfrentar y saben cómo aprovechar el conocimiento existente de sus estudiantes para hacer que la nueva información sea significativa,

además de evaluar el progreso de los estudiantes. En los términos de Shulman (1986, 1987), los profesores expertos han adquirido conocimiento pedagógico del contenido y no solo conocimiento del contenido. (Este concepto se explora más a fondo en el Libro 7).

El concepto de experiencia adaptativa plantea la pregunta de si algunas formas de organizar el conocimiento conducen a una mayor flexibilidad en la resolución de problemas que otras (Hatano e Inagaki, 1986; Spiro et al., 1991). Las diferencias entre los “simplemente hábiles” (artesanos) y los “altamente competentes” (virtuosos) se pueden ver en campos tan dispares como la elaboración de sushi y el diseño de información. Los virtuosos no solo aplican su experiencia a un problema dado, sino que también consideran si el problema tal como se presenta es la mejor manera de empezar.

La capacidad de monitorear el enfoque de uno hacia la resolución de problemas—ser metacognitivo—es un aspecto importante de la competencia del experto. Los expertos se alejan de su primera interpretación simplista de un problema o situación y cuestionan su propio conocimiento relevante. Los modelos mentales de las personas sobre lo que significa ser un experto pueden afectar el grado en que aprenden a lo largo de sus vidas. Un modelo que asume que los expertos conocen todas las respuestas es muy diferente de un modelo del novato realizado, que se siente orgulloso de sus logros y, sin embargo, también se da cuenta de que hay mucho más por aprender.

Cerramos este libro con dos notas importantes de precaución. Primero, los seis principios de la experiencia deben considerarse simultáneamente, como partes de un

sistema general. Dividimos nuestra discusión en seis puntos para facilitar la explicación, pero cada punto interactúa con los demás; esta interrelación tiene importantes implicaciones educativas. Por ejemplo, la idea de promover el acceso fluido al conocimiento (principio 4) debe ser abordada con el objetivo de ayudar a los estudiantes a desarrollar una comprensión del tema (principio 2), aprender cuándo, dónde y por qué usar la información (principio 3) y aprender a reconocer patrones significativos de información (principio 1). Además, todos estos deben abordarse desde la perspectiva de ayudar a los estudiantes a desarrollar experiencia adaptativa (principio 6), lo que incluye ayudarlos a convertirse en metacognitivos sobre su aprendizaje para que puedan evaluar su propio progreso y continuamente identificar y perseguir nuevas metas de aprendizaje. Un ejemplo en matemáticas es lograr que los estudiantes reconozcan cuándo se necesita una prueba. La metacognición puede ayudar a los estudiantes a desarrollar conocimiento pedagógico del contenido personalmente relevante, análogo al conocimiento pedagógico del contenido disponible para los profesores efectivos (principio 5). En resumen, los estudiantes deben desarrollar la capacidad de enseñarles a sí mismos.

La segunda nota de precaución es que, aunque el estudio de los expertos proporciona información importante sobre el aprendizaje y la instrucción, puede ser engañoso si se aplica de manera inapropiada. Por ejemplo, sería un error simplemente exponer a los novatos a modelos de expertos y suponer que los novatos aprenderán de manera efectiva; lo que aprenderán depende de cuánto sepan ya. Las discusiones en los próximos libros (3 y 4) muestran que la instrucción efectiva comienza con el conocimiento y las habilidades que los aprendices aportan a la tarea de aprendizaje.

Referencias

Chi M.T.H., R. Glaser, y E. Rees

1982 Expertise in problem solving. In *Advances in the Psychology of Human Intelligence* (Vol. 1). R.J. Sternberg, ed. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Cognition and Technology Group at Vanderbilt

1997 *The Jasper Project: Lessons in Curriculum, Instruction, Assessment, and Professional Development*. Mahwah, NJ: Erlbaum.

deGroot, A.D.

1965 *Thought and Choice in Chess*. The Hague, the Netherlands: Mouton.

Dweck, C.S.

1989 Motivation. Pp. 87-136 in *Foundations for a Psychology of Education*, A. Lesgold and R. Glaser, eds. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Egan, D.E., y B.J. Schwartz

1979 Chunking in recall of symbolic drawings. *Memory and Cognition* 7:149-158.

Ehrlich, K., y E. Soloway

1984 An empirical investigation of the tacit plan knowledge in programming. Pp. 113-134 in *Human Factors in Computer Systems*, J. Thomas and M.L. Schneider, eds. Norwood, NJ: Ablex.

Ericsson, K.A., and H.A. Simon 1993 *Protocol Analysis: Verbal Reports as Data*. 1984/1993. Cambridge, MA: MIT Press.

Ericsson, K.A., y J.J. Staszewski

1989 Skilled memory and expertise: Mechanisms of exceptional

performance. Pp. 235-267 in *Complex Information Processing: The Impact of Herbert A. Simon, D. Klahr y K. Kotovsky*, eds. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Flavell, J.H.

1985 *Cognitive Development*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

1991 Understanding memory access. Pp. 281-299 in *Cognition and the Symbolic Processes: Applied and Ecological Perspectives*, R. Hoffman y D. Palermo, eds. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Getzels, J., y M. Csikszentmihalyi

1976 *The Creative Vision*. New York: Wiley.

Glaser, R.

1992 Expert knowledge and processes of thinking. Pp. 63-75 in *Enhancing Thinking Skills in the Sciences and Mathematics*. D.F. Halpern, ed. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Glaser, R., y M.T.H. Chi

1988 Overview. Pp. xv-xxvii in *The Nature of Expertise*, M.T.H. Chi, R. Glaser, y M.J. Farr, eds. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Grossman, P.L.

1987 A Tale of Two Teachers: The Role of Subject Matter Orientation in Teaching. Paper presented at the meeting of the American Educational Research Association, Washington, DC.

1990 *The Making of a Teacher*. New York: Teachers College Press, Columbia University.

Hasselbring, T.S., L. Goin, y J.D. Bransford

1987 Effective mathematics instruction: Developing automaticity. *Teaching Exceptional Children* 19(3):30-33.

Hatano, G.

1990 The nature of everyday science: A brief introduction. *British*

Journal of Developmental Psychology 8:245-250.

Hinsley, D.A., J.R. Hayes, y H.A. Simon

1977 From words to equations: Meaning and representation in algebra word problems. Pp. 89-106 in *Cognitive Processes in Comprehension*, M.A. Just y P.A. Carpenter, eds. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

LaBerge, D., y S.J. Samuels

1974 Toward a theory of automatic information processing in reading. *Cognitive Psychology* 6:293-323.

Larkin, J.H.

1979 Information processing models in science instruction. Pp. 109-118 in *Cognitive Process Instruction*, J. Lochhead y J. Clement, eds. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

1981 Enriching formal knowledge: A model for learning to solve problems in physics. Pp. 311-334 in *Cognitive Skills and Their Acquisition*, J.R. Anderson, ed. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

1983 The role of problem representation in physics. Pp. 75-98 in *Mental Models*, D. Gentner y A.L. Stevens, eds. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Larkin, J., J. McDermott, D.P. Simon, y H.A. Simon

1980 Expert and novice performance in solving physics problems. *Science* 208:1335-1342.

Larkin, J.H., y H.A. Simon

1987 Why a diagram is (sometimes) worth ten thousand words. *Cognitive Science* 11:65-69.

Lesgold, A.M.

1984 Acquiring expertise. Pp. 31-60 in *Tutorials in Learning and Memory: Essays in Honor of Gordon Bower*, J.R. Anderson y S.M. Kosslyn, eds. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

1988 Problem solving. In *The Psychology of Human Thoughts*, R.J. Sternberg y E.E. Smith, eds. New York: Cambridge University Press.

Lesgold, A.M., H. Rubison, P. Feltovich, R. Glaser, D. Klopfer, y Y. Wang

1988 Expertise in a complex skill: Diagnosing x-ray pictures. Pp. 311-342 in *The Nature of Expertise*, M.T.H. Chi, R. Glaser, y M. Farr, eds. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Miller, G.A.

1956 The magical number seven, plus or minus two. Some limits on our capacity to process information. *Psychological Review* 63:81-87.

Miller, R.B.

1978 The information system designer. Pp. 278-291 in *The Analysis of Practical Skills*, W.T. Singleton, ed. Baltimore, MD: University Park Press.

National Research Council

1996 National Science Education Standards. Washington, DC: National Academy Press. Available: <http://www.nap.edu>.

Paige, J.M., y H.A. Simon

1966 Cognition processes in solving algebra word problems. Pp. 119-151 in *Problem Solving*, B. Kleinmuntz, ed. New York: Wiley.

Redish, E.F.

1996 Discipline-specific Science Education and Educational Research: The Case of Physics. Paper prepared for the Committee on Developments in the Science of Learning for the Sciences of Science Learning: An Interdisciplinary Discussion.

Reusser, K.

1993 Tutoring systems and pedagogical theory: Representational tools for understanding, planning, and reflection in problem solving. Pp. 143-177 in *Computers as Cognitive Tools*, S.P. Lajoie y S.J. Derry, eds. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Robinson, C.S., y J.R. Hayes

1978 Making inferences about relevance in understanding problems. In *Human Reasoning*, R. Revlin y R.E. Mayer, eds. Washington, DC: Winston.

Sabers, D.S., K.S. Cushing, y D.C. Berliner

1991 Differences among teachers in a task characterized by simultaneity, multidimensionality, and immediacy. *American Educational Research Journal* 28(1):63-88.

Schmidt, W.H., C.C. McKnight, y S. Raizen

1997 A Splintered Vision: An Investigation of U.S. Science and Mathematics Education. U.S. National Research Center for the Third International Mathematics and Science Study. Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers. Available: gopher://gopher.wkap.nl.70/00gopher_root1%3A%5Bbook.soci.f500%5Df5101601.txt.

Schneider, W., y R.M. Shiffrin

1977 Controlled and automatic human information processing: Detection, search and attention. *Psychological Review* 84:1-66.

1985 Categorization (restructuring) and automatization: Two separable factors. *Psychological Review* 92(3):424-428.

Schneider, W., H. Gruber, A. Gold, y K. Opivis

1993 Chess expertise and memory for chess positions in children and adults. *Journal of Experimental Child Psychology* 56:323-349.

Shulman, L.

1986 Those who understand: Knowledge growth in teaching.
Educational Researcher 15(2):4-14.

1987 *Knowledge and teaching: Foundations of the new reform.*
Harvard Educational Review 57:1-22.

Simon, D.P., y H.A. Simon

1978 Individual differences in solving physics problems. Pp. 325-348 in *Children's Thinking: What Develops?* R. Siegler, ed. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Simon, H.A.

1980 Problem solving and education. Pp. 81-96 in *Problem Solving and Education: Issues in Teaching and Research*, D.T. Tuma y R. Reif, eds. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Spiro, R.J., P.L. Feltovich, M.J. Jackson, y R.L. Coulson

1991 Cognitive flexibility, constructivism, and hypertext: Random access instruction for advanced knowledge acquisition in ill-structured domains. *Educational Technology* 31(5):24-33.

Voss, J.F., T.R. Greene, T.A. Post, y B.C. Penner

1984 Problem solving skills in the social science. In *The Psychology of Learning and Motivation: Advances in Research Theory* (Vol. 17), G.H. Bower, ed. New York: Academic Press. Whitehead, A.N.

Colección Cómo aprenden las personas

La colección *Cómo aprenden las personas* es la traducción al español de los textos elaborados y publicados por la National Academy of Science de Estados Unidos en dos volúmenes, en 2000 y 2008. La traducción al español ha sido realizada por el equipo de Tu Clase, de manera de apoyar el trabajo de educadores en toda América Latina.

La colección consta de los siguientes títulos

1. Aprendizaje: de la especulación a la ciencia
2. Cómo los expertos se diferencian de los principiantes
3. Aprendizaje y transferencia
4. Cómo aprenden los niños
5. Mente y cerebro
6. Diseño de entornos de aprendizaje
7. Enseñanza efectiva: ejemplos en Historia, Matemáticas y Ciencias
8. Aprendizaje docente
9. Tecnología para apoyar el aprendizaje
10. Conclusiones
11. Próximos pasos para la investigación
12. Contextos y cultura
13. Formas de aprendizaje y desarrollo del cerebro
14. Procesos que contribuyen al aprendizaje
15. Conocimiento y razonamiento
16. Motivación para aprender
17. Implicancias para el aprendizaje en la escuela
18. Tecnología digital
19. Aprendizaje a lo largo de la vida
20. Agenda para la investigación