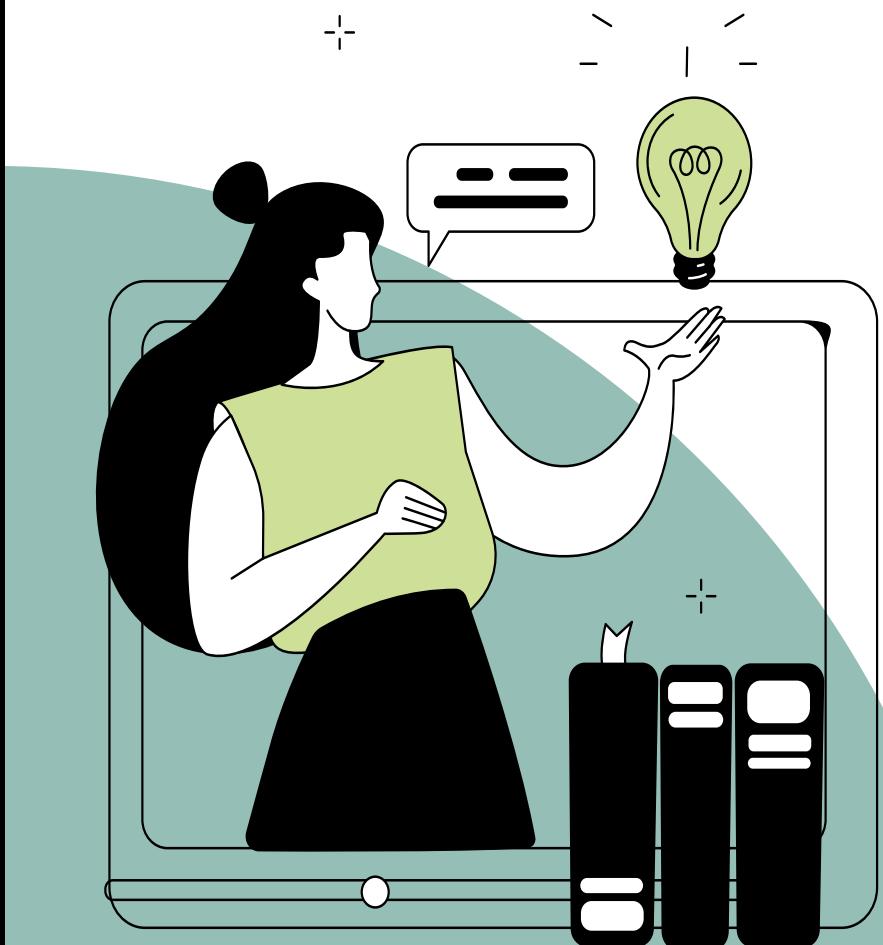


Aprendizaje: de la especulación a la ciencia



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

Prólogo

Este es el primer libro de una colección que, con mucho orgullo y entusiasmo, ponemos a disposición de educadores, líderes educativos, funcionarios, madres y padres, y de cualquier persona enamorada del aprendizaje como fenómeno humano.

La colección, y este primer volumen de manera panorámica, busca develar los hallazgos y la evidencia que la ciencia, desde las más diversas disciplinas, y la reflexión humana nos cuentan acerca del aprendizaje humano. Por eso, el centro de su desarrollo está en la pregunta que da nombre a la colección: ¿cómo aprenden las personas?

Este primer libro nos adentrará en la reflexión, nos presentará algunos hallazgos generales y las principales conclusiones que la evidencia nos propone. Algunas de sus propuestas nos vendrán a confirmar creencias y acciones que han acompañado los procesos de aprendizaje a lo largo

de la historia humana. Otras, nos invitarán a transformar prácticas de enseñanza, algunas arraigadas en nuestras instituciones educativas y en nuestra propia actividad como aprendices.

Como volumen introductorio, este libro presentará conceptos clave, como la relevancia de los conocimientos previos en el proceso de aprendizaje, el papel de la evaluación formativa y la retroalimentación, o la vinculación entre la memoria, la comprensión profunda y la transferencia de lo aprendido. Todos estos conceptos serán profundizados más adelante en los siguientes libros de la colección.

Desde Tu Clase, estamos muy contentos de poner esta colección al alcance de ustedes y, para ello, de haber contado con la confianza de la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos, para hacer la traducción al español de sus trabajos.

Los invitamos a gozar de la lectura de textos que, además de contar con el respaldo de la evidencia científica, nos hablan del aprendizaje como experiencia humana fundamental para nuestra relación con nosotros mismos, los demás y el mundo, y por lo tanto, de la conexión profunda de nuestra vida compartida y su sentido.

Eugenio Severin C.
Director ejecutivo Tu Clase

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

1

Aprendizaje: de la especulación a la Ciencia

La esencia de la materia, el origen del universo y la naturaleza de la mente humana son preguntas profundas que han cautivado a pensadores a lo largo de los siglos. Hasta hace poco, comprender la mente—y los procesos de pensamiento y aprendizaje que esta hace posible—ha sido un desafío elusivo, en parte debido a la falta de herramientas de investigación lo suficientemente avanzadas. Hoy en día, en el mundo estamos presenciando un extraordinario auge de investigaciones científicas sobre la mente y el cerebro, los procesos de pensamiento y aprendizaje, los mecanismos neuronales que ocurren durante estos procesos y el desarrollo de competencias.

La revolución en el estudio de la mente que ha tenido lugar en las últimas tres o cuatro décadas tiene importantes implicancias para la educación. Como ilustraremos, está emergiendo una nueva teoría del aprendizaje que plantea enfoques radicalmente distintos en el diseño del currículum,

la enseñanza y la evaluación, en comparación con los métodos tradicionales que predominan actualmente en las escuelas. Igualmente relevante es el crecimiento de investigaciones interdisciplinarias y nuevas formas de colaboración científica, que han comenzado a visibilizar, aunque no necesariamente a facilitar, el camino desde la investigación básica hasta la práctica educativa. Hace treinta años, los educadores prestaban poca atención al trabajo de los científicos cognitivos, y los investigadores en este campo incipiente trabajaban muy alejados de las salas de clase. Hoy, en cambio, los científicos cognitivos colaboran cada vez más con docentes, poniendo a prueba y refinando sus hipótesis en contextos reales, donde pueden observar cómo diferentes ambientes e interacciones en el aula influyen en la aplicación de estas teorías.

Lo que tal vez es más notable en la actualidad es la variedad de enfoques y técnicas de investigación que han surgido, y la forma en la que la evidencia de distintas disciplinas científicas comienza a converger. La historia que ahora podemos contar sobre el aprendizaje es mucho más rica que en cualquier otro momento y promete evolucionar significativamente en la próxima generación. Por ejemplo:

- La investigación en psicología cognitiva ha permitido comprender mejor el desempeño competente y los principios de organización del conocimiento que subyacen a la capacidad de resolver problemas en diversas áreas, incluyendo matemáticas, ciencias, literatura, estudios sociales e historia.
- Estudios en desarrollo infantil han demostrado que los niños pequeños poseen un conocimiento significativo sobre principios básicos de biología,

causalidad física, números, narrativa e intencionalidad personal. Estas capacidades han facilitado el diseño de mallas curriculares innovadoras que introducen conceptos clave para el razonamiento avanzado desde edades tempranas.

- Las investigaciones sobre aprendizaje y transferencia han identificado principios fundamentales para estructurar experiencias de aprendizaje que permitan a las personas aplicar lo aprendido en nuevos contextos.
- Estudios en psicología social, psicología cognitiva y antropología han demostrado que todo aprendizaje ocurre dentro de entornos con normas y expectativas culturales y sociales específicas, y que estos factores influyen significativamente en el aprendizaje y su transferencia.
- La neurociencia está comenzando a proporcionar evidencia que respalda muchos de los principios del aprendizaje identificados en investigaciones previas, además de demostrar cómo el aprendizaje modifica la estructura y organización funcional del cerebro.
- Investigaciones colaborativas sobre el diseño y evaluación de entornos de aprendizaje, en las que participan psicólogos cognitivos, psicólogos del desarrollo y educadores, han generado nuevos conocimientos sobre la enseñanza y el aprendizaje en diversos contextos. Asimismo, los investigadores están descubriendo formas innovadoras de valorar la “sabiduría de la práctica”, aprovechando la experiencia de docentes exitosos que comparten su expertise.

- Las nuevas tecnologías nos están entregando oportunidades inéditas para guiar y potenciar el aprendizaje, muchas de las cuales eran impensadas hace apenas unos años.

Todos estos avances en el estudio del aprendizaje han marcado el inicio de una nueva era en la que la ciencia adquiere una relevancia creciente para la práctica educativa. En otras palabras, la inversión en investigación básica está generando aplicaciones concretas. Estos avances en la comprensión de cómo aprenden los seres humanos son especialmente significativos en el contexto de las crecientes demandas sobre los sistemas educativos.

A principios del siglo XX, la educación se centraba en la adquisición de habilidades básicas de alfabetización, como la lectura, la escritura y el cálculo. No era común que los sistemas educativos fomentaran el pensamiento crítico, la capacidad de argumentación, ni la resolución de problemas complejos en ciencia y matemáticas. Sin embargo, al finalizar el siglo, estas habilidades avanzadas de alfabetización se han vuelto esenciales para desenvolverse en la vida contemporánea. Las exigencias laborales han aumentado drásticamente, y tanto las organizaciones como los trabajadores deben adaptarse constantemente a un entorno laboral cada vez más competitivo. Además, la participación ciudadana en la democracia se ha vuelto más compleja, ya que las preocupaciones han pasado de lo local a lo nacional y global.

Por sobre todo, la información y el conocimiento están creciendo a un ritmo sin precedentes en la historia de la humanidad. Como señaló el sabio ganador del Nobel, Herbert Simon, el significado de “saber” ha cambiado: ya no se trata solo de recordar y repetir información, sino de

saber encontrarla y utilizarla eficazmente (Simon, 1996). Más que nunca, la magnitud del conocimiento humano hace imposible que la educación lo abarque por completo. En cambio, el objetivo de la educación debe ser ayudar a los estudiantes a desarrollar herramientas intelectuales y estrategias de aprendizaje que les permitan adquirir los conocimientos necesarios para reflexionar de manera productiva sobre historia, ciencia y tecnología, fenómenos sociales, matemáticas y artes. Una comprensión profunda de las disciplinas, junto con la habilidad de formular preguntas significativas en cada área del conocimiento, favorece el aprendizaje autónomo y continuo a lo largo de la vida.

Foco: Personas, escuelas y el potencial para aprender

La literatura científica sobre cognición, aprendizaje, desarrollo, cultura y neurociencia es extensa. Tres decisiones de organización, tomadas en las primeras etapas del trabajo del comité, definieron el marco de nuestro estudio y se reflejan en el contenido de este libro:

- En primer lugar, nos centramos en la investigación sobre el aprendizaje humano (aunque el estudio del aprendizaje en animales aporta información complementaria de valor), incluyendo los avances recientes en neurociencia.
- En segundo lugar, damos especial énfasis a la investigación con implicancias para el diseño de entornos educativos formales, abarcando desde la educación preescolar hasta la secundaria (K-12) y la educación superior.

- En tercer lugar, y en relación con el punto anterior, ponemos el foco en investigaciones que exploran la posibilidad de cómo ayudar a que todas las personas alcancen su máximo potencial de aprendizaje.

Nuevas ideas sobre cómo facilitar el aprendizaje—y sobre quiénes tienen mayor capacidad de aprender—pueden influir profundamente en la calidad de vida de las personas. A lo largo de la historia, algunos académicos han advertido que los entornos educativos formales han sido más efectivos en seleccionar talento que en desarrollarlo (ver, por ejemplo, Bloom, 1964). Muchas personas que experimentaron dificultades en la escuela podrían haber tenido éxito si hubieran contado con estrategias de enseñanza más efectivas. Además, incluso quienes lograron un buen desempeño en sistemas educativos tradicionales podrían haber desarrollado habilidades, conocimientos y actitudes que habrían potenciado aún más sus logros.

Las investigaciones sobre el aprendizaje sugieren que existen nuevas formas de introducir a los estudiantes en disciplinas tradicionales como matemáticas, ciencias, historia y literatura, y que estos nuevos enfoques permiten que la mayoría de ellos adquiera una comprensión profunda de estas materias. Este comité está particularmente interesado en teorías y datos relevantes para el desarrollo de enfoques innovadores en la enseñanza de estas disciplinas tradicionales, con la esperanza de que estos nuevos métodos permitan a una mayor cantidad de personas alcanzar un aprendizaje significativo en áreas fundamentales.

Desarrollo de la ciencia del aprendizaje

Este informe se basa en investigaciones que comenzaron a finales del siglo XIX, una época en la que se empezaron a realizar intentos sistemáticos de estudiar la mente humana mediante métodos científicos. Antes de ese momento, el estudio de la mente estaba reservado para la filosofía y la teología. Algunos de los trabajos más influyentes de esa época fueron realizados en Leipzig, en el laboratorio de Wilhelm Wundt, quien, junto con sus colegas, intentó someter la conciencia humana a un análisis preciso, principalmente pidiendo a los sujetos que reflexionaran sobre sus procesos mentales a través de la introspección.

A principios del siglo XX, surgió una nueva escuela de pensamiento, el conductismo. En reacción a la subjetividad inherente a la introspección, los conductistas afirmaron que el estudio científico de la psicología debía restringirse al estudio de los comportamientos observables y las condiciones de estímulo que los controlan. Un artículo extremadamente influyente, publicado por John B. Watson en 1913, ofrece una visión del credo conductista:

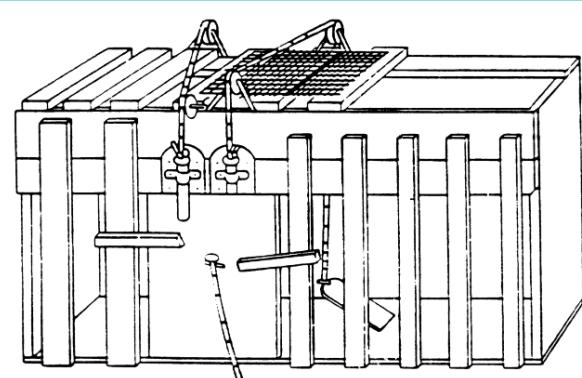
“... todas las escuelas de la psicología, excepto la del conductismo, afirman que la “conciencia” es el tema de estudio de la psicología. El conductismo, por el contrario, sostiene que el tema de estudio de la psicología humana es el comportamiento o las actividades del ser humano. El conductismo afirma que “la conciencia” no es ni definible ni útil; que no es más que otra palabra para el “alma” de tiempos más antiguos. La psicología antigua está, por tanto, dominada por una suerte de filosofía religiosa implícita” (p. 1).

Siguiendo la tradición empirista, los conductistas conceptualizaron el aprendizaje como un proceso de formación de conexiones entre estímulos y respuestas. Se asumió que la motivación para aprender estaba impulsada principalmente por impulsos, como el hambre, y la disponibilidad de fuerzas externas, como recompensas y castigos (por ejemplo, Thorndike, 1913; Skinner, 1950).

En un estudio clásico del conductismo realizado por Edward L. Thorndike (1913), gatos hambrientos debían aprender a tirar de una cuerda colgante en una “caja de rompecabezas” para abrir una puerta que les permitiera escapar y obtener comida. ¿Qué estaba implicado en el aprendizaje para escapar de esta manera? Thorndike concluyó que los gatos no pensaban en cómo escapar y luego lo hacían; en cambio, se dedicaban a un comportamiento de prueba y error. A veces, un gato en la caja de rompecabezas accidentalmente tiraba de la cuerda mientras jugaba, y la puerta se abría, permitiéndole escapar. Sin embargo, este evento no parecía generar una idea en el gato, porque cuando se ubicaba al gato nuevamente en la caja de rompecabezas, el gato no tiraba de inmediato de la cuerda para escapar. En cambio, se requerían varios intentos para que los gatos aprendieran mediante prueba y error. Thorndike argumentó que las recompensas (por ejemplo, la comida) aumentaban la fuerza de las conexiones entre los estímulos y las respuestas. La explicación de lo que parecía ser un fenómeno complejo de resolución de problemas, como escapar de una caja de rompecabezas complicada, podía ser explicada sin recurrir a eventos mentales no observables, como el pensamiento.

Una limitación del conductismo temprano fue su enfoque en las condiciones de estímulo observables y los comportamientos asociados con esas condiciones. Esta

RECUADRO 1.1. El aprendizaje de un gato



Cuando está en la caja, el gato muestra evidentes signos de incomodidad e impulso por escapar de su confinamiento. Intenta pasar por cualquier orificio, rasguña y muerde el alambre, intentando meter sus patas a través de cualquier apertura y rasguñando todo lo que alcance... No parece prestar mucha atención a la comida afuera, sino que simplemente lucha instintivamente por escapar de su confinamiento... El gato rasguña por toda la caja en su lucha impulsiva y probablemente rasguñará el hilo, el lazo o el botón de manera que abra la puerta. Y gradualmente, todos los demás impulsos no exitosos serán eliminados mientras que el impulso particular que conduce al acto exitoso será reforzado por el placer resultante, hasta que, después de varios intentos, el gato, cuando sea puesto en la caja, inmediatamente rasguñará el botón o el lazo de una manera determinada. (Thorndike, 1913:13).

orientación dificultaba el estudio de fenómenos como la comprensión, el razonamiento y el pensamiento, fenómenos que son de suma importancia para la educación. Con el tiempo, el conductismo radical (a menudo llamado "Conductismo con C mayúscula") dio paso a una forma más moderada de conductismo ("conductismo con c minúscula"), que preservaba el rigor científico de usar el comportamiento como datos, pero también permitía hipótesis sobre los estados "mentales" internos cuando estos eran necesarios para explicar varios fenómenos (por ejemplo, Hull, 1943; Spence, 1942).

A fines de la década de 1950, la complejidad de comprender a los seres humanos y sus entornos se hizo cada vez más evidente, y surgió un nuevo campo: la ciencia cognitiva. Desde sus inicios, la ciencia cognitiva abordó el aprendizaje desde una perspectiva multidisciplinaria que incluía la antropología, la lingüística, la filosofía, la psicología del desarrollo, la informática, la neurociencia y varias ramas de la psicología (Norman, 1980, 1993; Newell y Simon, 1972). Nuevas herramientas experimentales, metodologías y formas de formular teorías hicieron posible que los científicos comenzaran el estudio serio del funcionamiento mental: probar sus teorías en lugar de simplemente especular sobre el pensamiento y el aprendizaje (ver, por ejemplo, Anderson, 1982, 1987; deGroot, 1965, 1969; Newell y Simon, 1972; Ericsson y Charness, 1994), y, en los últimos años, desarrollar ideas sobre la importancia de los contextos sociales y culturales del aprendizaje (por ejemplo, Cole, 1996; Lave, 1988; Lave y Wenger, 1991; Rogoff, 1990; Rogoff et al., 1993). La introducción de rigurosas metodologías de investigación cualitativa ha proporcionado perspectivas sobre el aprendizaje que complementan y enriquecen las tradiciones de investigación experimental (Erickson, 1986; Hammersly y Atkinson, 1983; Heath, 1982; Lincoln y Guba,

1985; Marshall y Rossman, 1955; Miles y Huberman, 1984; Spradley, 1979).

Aprendizaje con comprensión

Una de las características distintivas de la nueva ciencia del aprendizaje es su énfasis en aprender con comprensión. De manera intuitiva, entender es positivo, pero ha sido difícil de estudiar desde una perspectiva científica. Al mismo tiempo, los estudiantes a menudo tienen oportunidades limitadas para comprender o dar sentido a los temas, ya que muchos programas educativos han enfatizado la memorización en lugar de la comprensión. Los libros de texto están llenos de hechos que los estudiantes deben memorizar, y la mayoría de las pruebas evalúan la capacidad de los estudiantes para recordar esos hechos. Por ejemplo, al estudiar sobre venas y arterias, se puede esperar que los estudiantes recuerden que las arterias son más gruesas que las venas, son más elásticas y transportan sangre desde el corazón; las venas llevan sangre de regreso al corazón. Un ítem de prueba sobre esta información podría ser el siguiente:

1. Arterias

- a. Son más elásticas que las venas
- b. Transportan sangre que se bombea desde el corazón
- c. Son menos elásticas que las venas
- d. Tanto a como b
- e. Tanto b como c

La nueva ciencia del aprendizaje no niega que los hechos son importantes para el pensamiento y la resolución de

problemas. La investigación sobre la pericia en áreas como ajedrez, historia, ciencia y matemáticas demuestra que la habilidad de los expertos para pensar y resolver problemas depende en gran medida de un rico cuerpo de conocimiento sobre la materia (por ejemplo, Chase y Simon, 1973; Chi et al., 1981; deGroot, 1965). Sin embargo, la investigación también muestra claramente que el “conocimiento utilizable” no es lo mismo que una simple lista de hechos desconectados. El conocimiento de los expertos está conectado y organizado alrededor de conceptos importantes (por ejemplo, la segunda ley de movimiento de Newton); está “condicionado” para especificar los contextos en los que es aplicable; y apoya la comprensión y la transferencia (a otros contextos) en lugar de solo la capacidad para recordar.

Por ejemplo, las personas que tienen conocimiento sobre venas y arterias saben más que los hechos mencionados anteriormente: también entienden por qué las venas y arterias tienen propiedades particulares. Saben que la sangre bombeada desde el corazón sale en pulsos y que la elasticidad de las arterias ayuda a acomodar los cambios de presión. Saben que la sangre del corazón necesita moverse hacia arriba (hacia el cerebro) así como hacia abajo, y que la elasticidad de una arteria le permite funcionar como una válvula unidireccional que se cierra al final de cada pulso y evita que la sangre fluya hacia atrás. Debido a que entienden las relaciones entre la estructura y la función de venas y arterias, las personas con conocimiento son más propensas a usar lo que han aprendido para resolver problemas nuevos, mostrando evidencia de transferencia. Por ejemplo, imagina que te pidan diseñar una arteria artificial, ¿debería ser elástica? ¿Por qué o por qué no? Un entendimiento de las razones detrás de las propiedades de las arterias sugiere que la elasticidad puede no ser necesaria; tal vez el problema se pueda resolver creando un

conducto que sea lo suficientemente fuerte para manejar la presión de los pulsos del corazón y también funcione como una válvula unidireccional. Comprender las venas y arterias no garantiza una respuesta a esta pregunta de diseño, pero sí apoya el pensamiento sobre alternativas que no están fácilmente disponibles si solo se memoriza la información (Bransford y Stein, 1993).

Conocimientos previos

El énfasis en la comprensión ha llevado a una de las características principales de la nueva ciencia del aprendizaje: su enfoque en los procesos del conocimiento (por ejemplo, Piaget, 1978; Vygotsky, 1978). Se entiende que los seres humanos son agentes orientados a metas, que buscan activamente información. Llegan a la educación formal con una serie de conocimientos previos, habilidades, creencias y conceptos que influyen de manera significativa en lo que observan del entorno y en cómo lo organizan e interpretan. Esto, a su vez, afecta su capacidad para recordar, razonar, resolver problemas y adquirir nuevos conocimientos.

Incluso los bebés más pequeños son aprendices activos que aportan una perspectiva al contexto de aprendizaje. El mundo al que llegan no es una “confusión bulliciosa y vibrante” (James, 1890), en la que todos los estímulos son igualmente relevantes. Por el contrario, el cerebro de un lactante prioriza ciertos tipos de información: el lenguaje, los conceptos numéricos básicos, las propiedades físicas y el movimiento de objetos animados e inanimados. En términos generales, la visión contemporánea del aprendizaje sostiene que las personas construyen nuevos

conocimientos y comprensiones a partir de lo que ya saben y creen (por ejemplo, Cobb, 1994; Piaget, 1952, 1973a,b, 1977, 1978; Vygotsky, 1962, 1978). Un clásico de la literatura infantil ilustra este punto; ver Recuadro 1.2.

Una extensión lógica de esta visión —que plantea que el conocimiento nuevo debe construirse a partir del conocimiento existente— es que los y las docentes deben poner atención a las comprensiones incompletas, creencias erróneas y nociones ingenuas que los y las estudiantes traen consigo respecto a un determinado tema. A partir de ahí, deben trabajar con esas ideas de forma tal que ayuden a cada estudiante a alcanzar una comprensión más madura. Si se ignoran las ideas y creencias iniciales del estudiantado, los aprendizajes que desarrollan pueden diferir mucho de lo que el o la docente busca enseñar.

Pensemos, por ejemplo, en el desafío de trabajar con niñas y niños que creen que la Tierra es plana, y tratar de ayudarles a comprender que es esférica. Cuando se les dice que es redonda, la representan como una especie de panqueque en lugar de una esfera (Vosniadou y Brewer, 1989). Si luego se les aclara que es redonda como una esfera, interpretan esa nueva información dentro de su visión de la Tierra plana, imaginando una superficie plana tipo panqueque, dentro o sobre una esfera, con las personas paradas encima. La construcción de estas nuevas comprensiones se ve guiada por un modelo mental de la Tierra que les ayudaba a explicar cómo podían caminar sobre su superficie, y la idea de una Tierra esférica no encajaba con dicho modelo. Tal como ocurre en el libro *Un pez es un pez*, todo lo que escuchaban era incorporado a su visión previa.

Un pez es un pez es pertinente no solo para niñas y niños pequeños, sino también para personas que aprenden a

RECUADRO 1.2 Un pez es un pez

Un pez es un pez (Lionni, 1970) relata la historia de un pez muy interesado en aprender sobre lo que ocurre en la tierra, pero que no puede explorarla porque sólo puede respirar bajo el agua. El pez entabla amistad con un renacuajo que, al crecer, se convierte en rana y eventualmente sale a la superficie. Semanas después, la rana vuelve al estanque y le cuenta al pez lo que ha visto. Describe toda clase de cosas: aves, vacas y personas. El libro muestra ilustraciones de cómo el pez imagina cada una de estas descripciones: todas son versiones con forma de pez ligeramente modificadas para adaptarse a lo que la rana relata: las personas son representadas como peces que caminan sobre sus aletas caudales, las aves son peces con alas, y las vacas son peces con ubres. Este relato ilustra tanto las oportunidades creativas como los riesgos que conlleva el hecho de que las personas construyen nuevo conocimiento a partir del conocimiento que ya poseen.

cualquier edad. Por ejemplo, estudiantes universitarios suelen tener creencias formadas sobre fenómenos físicos y biológicos que se ajustan a sus experiencias, pero no a las explicaciones científicas de dichos fenómenos. Estas concepciones previas deben abordarse para que las y los estudiantes puedan modificar sus creencias (por ejemplo, Confrey, 1990; Mestre, 1994; Minstrell, 1989; Redish, 1996).

Una idea errónea común respecto a las teorías “constructivistas” del conocimiento —que sostienen que el conocimiento nuevo se construye a partir del conocimiento existente— es pensar que las y los docentes nunca deben explicar algo directamente, sino que siempre deben permitir que el estudiantado construya el conocimiento por sí mismo. Esta postura confunde una teoría del aprendizaje con una teoría de la enseñanza. Desde la perspectiva constructivista, se asume que todo conocimiento se construye a partir del conocimiento previo, sin importar cómo se enseñe (por ejemplo, Cobb, 1994); incluso escuchar una clase magistral implica un esfuerzo activo por construir nuevo conocimiento. *Un pez es un pez* (Lionni, 1970) y los intentos de enseñar a niñas y niños que la Tierra es redonda (Vosniadou y Brewer, 1989) muestran por qué simplemente entregar información mediante clases expositivas muchas veces no resulta eficaz. No obstante, hay momentos —generalmente después de que los estudiantes han reflexionado o enfrentado un problema por sí mismos— en los que “enseñar explicando” puede ser altamente efectivo (por ejemplo, Schwartz y Bransford, 1998). Sin embargo, incluso en esos casos, las y los docentes deben poner atención a cómo interpretan sus estudiantes la información y ofrecer orientación cuando sea necesario.

Existe abundante evidencia que muestra que el aprendizaje mejora cuando las y los docentes consideran los conocimientos y creencias que el estudiantado aporta a una tarea de aprendizaje, utilizan ese conocimiento como punto de partida para una nueva instrucción, y monitorean cómo cambian sus concepciones a lo largo del proceso educativo. Por ejemplo, estudiantes de sexto básico en una escuela suburbana que recibieron enseñanza de física basada en la indagación obtuvieron mejores resultados en problemas conceptuales de física que estudiantes de tercero y cuarto medio enseñados con métodos tradicionales en el mismo sistema escolar. Un segundo estudio que comparó a estudiantes de séptimo a primero medio de zonas urbanas con los mismos estudiantes de tercero y cuarto año de secundaria de zonas suburbanas mostró nuevamente que los más jóvenes, enseñados mediante el enfoque basado en la indagación, comprendían mejor los principios fundamentales de la física (White y Frederickson, 1997, 1998). Los nuevos programas educativos para niñas y niños también han demostrado ser altamente prometedores. Por ejemplo, un enfoque innovador para la enseñanza de la geometría permitió que estudiantes de segundo de primaria aprendieran a representar y visualizar formas tridimensionales con un nivel de habilidad superior al de un grupo de comparación compuesto por estudiantes universitarios de pregrado en una universidad de prestigio (Lehrer y Chazan, 1998). De manera similar, niñas y niños han sido capaces de desarrollar formas potentes de generalización temprana en geometría (Lehrer y Chazan, 1998) y también de realizar generalizaciones en el ámbito de las ciencias (Schauble et al., 1995; Warren y Rosebery, 1996).

Aprendizaje activo

Los avances recientes en la ciencia del aprendizaje también destacan la importancia de ayudar a las personas a tomar control de su propio proceso de aprendizaje. Como se valora la comprensión, es fundamental que aprendan a reconocer cuándo realmente entienden y cuándo necesitan más información ¿Qué estrategias pueden usar para evaluar si han comprendido lo que otra persona quiso decir? ¿Qué tipo de evidencia necesitan para aceptar ciertas afirmaciones? ¿Cómo pueden construir sus propias teorías sobre fenómenos y probarlas de manera efectiva?

Muchas de estas actividades que favorecen el aprendizaje activo se han estudiado bajo el concepto de “metacognición”, tema que se analiza con mayor detalle en los libros 2 y 3. La metacognición se refiere a la capacidad de las personas para predecir su desempeño en diversas tareas (por ejemplo, cuánto recordarán de ciertos estímulos) y para monitorear su nivel de dominio y comprensión en tiempo real (Brown, 1975; Flavell, 1973). Las prácticas docentes que se alinean con un enfoque metacognitivo del aprendizaje incluyen aquellas que promueven la búsqueda de sentido, la autoevaluación y la reflexión sobre lo que funcionó y lo que es necesario mejorar. Se ha demostrado que estas prácticas aumentan la capacidad del estudiantado para transferir lo aprendido a nuevas situaciones y contextos (Palincsar y Brown, 1984; Scardamalia et al., 1984; Schoenfeld, 1983, 1985, 1991).

Imaginemos a tres docentes cuyas prácticas influyen en que los y las estudiantes aprendan a asumir el control de su aprendizaje (Scardamalia y Bereiter, 1991). El Docente A tiene como objetivo que el alumnado produzca trabajos, supervisando la cantidad y calidad del trabajo realizado.

El foco está en la actividad, que puede ir desde ejercicios tradicionales de cuaderno hasta proyectos modernos y llamativos. El Docente B se hace responsable de lo que el estudiantado aprende al realizar esas actividades. El Docente C también se preocupa por eso, pero además busca traspasar progresivamente el control del proceso de aprendizaje al estudiantado. A primera vista, al entrar a sus aulas, estos tres tipos de docentes pueden parecer similares: es posible ver a los y las estudiantes trabajando en grupos, produciendo videos o presentaciones multimedia, y al docente circulando entre los grupos, respondiendo dudas. Sin embargo, tras algunos días, comienzan a notarse diferencias. El Docente A se centra completamente en el proceso de producción y sus resultados: si las y los estudiantes están participando, si hay trato justo entre ellos y si los productos son de buena calidad. El Docente B también atiende esos aspectos, pero además se preocupa de lo que el estudiantado está aprendiendo de la experiencia, asegurándose de que haya procesamiento de contenido y no solo producción superficial. Para diferenciar al Docente B del C, es necesario mirar el origen del proyecto: ¿fue concebido desde un inicio como una actividad de aprendizaje o surgió desde el propio interés del grupo por construir conocimiento? En un caso real que representa un aula tipo C, las y los estudiantes estuvieron investigando sobre cucarachas y aprendieron tanto a partir de sus lecturas y observaciones que quisieron compartir sus hallazgos con el resto de la escuela. La producción del video nació de esa motivación (Lamon et al., 1997).

Estas diferencias, aunque puedan parecer sutiles, son profundas. En el aula del Docente A, se aprende algo sobre producción audiovisual, pero es probable que eso entorpezca el aprendizaje de otros contenidos. En la del Docente B, el o la docente trabaja para que la actividad

mantenga sus objetivos pedagógicos originales y no se transforme en una simple actividad técnica. En la del Docente C, la producción audiovisual es parte integral del aprendizaje, no una actividad añadida. La mayor parte del trabajo pedagógico ya se realizó antes de que surgiera la idea de producir un video; ahora solo queda ayudar a que el estudiantado no pierda de vista sus objetivos durante el proyecto.

Estos tres modelos de docentes –A, B y C– son representaciones abstractas, y en la realidad las y los profesores se mueven entre ellos, dependiendo del contexto y del día. Sin embargo, sirven para mostrar cómo los objetivos de aprendizaje y las prácticas de enseñanza pueden influir directamente en la capacidad del estudiantado para desarrollar estas habilidades y cumplir los objetivos.

Implicancias para la educación

En su mayoría, la nueva ciencia del aprendizaje está comenzando a ofrecer herramientas concretas para mejorar significativamente la capacidad de las personas de transformarse en aprendices activos, capaces de comprender temas complejos y transferir ese conocimiento a nuevos problemas y contextos. Lograrlo no es fácil (Elmore et al., 1996), pero tampoco es imposible. Esta ciencia emergente plantea la necesidad de repensar qué se enseña, cómo se enseña y cómo se evalúa el aprendizaje. Estas ideas son desarrolladas a lo largo de esta colección.

Una ciencia en constante evolución

Esta colección sintetiza la base científica del aprendizaje. Entre sus principales aportes se incluye una comprensión más profunda de: (1) La memoria y la estructura del conocimiento; (2) la resolución de problemas y el razonamiento; (3) las bases tempranas del aprendizaje; (4) los procesos regulatorios que lo gobiernan, incluyendo la metacognición; y (5) el surgimiento del pensamiento simbólico desde la cultura y comunidad del aprendiz.

Estas características del aprendizaje no abarcan toda la profundidad de la cognición y el aprendizaje humano. Lo que se conoce hoy sobre los principios del aprendizaje no constituye aún un panorama completo para todos los dominios del saber. La base científica presentada, aunque sólida, representa un nivel aún superficial de comprensión global. Sólo algunos campos del aprendizaje han sido investigados en profundidad, y áreas emergentes como las tecnologías interactivas (Greenfield y Cocking, 1996) están desafiando las generalizaciones derivadas de estudios más antiguos.

A medida que avanza la investigación, están surgiendo nuevas metodologías —como la modelación computacional— que probablemente transformen las concepciones actuales sobre el aprendizaje. Estas investigaciones abarcan una amplia gama de temas en las ciencias cognitivas y la neurociencia, como la memoria, el lenguaje y el desarrollo cognitivo. Por ejemplo, los estudios sobre procesamiento distribuido en paralelo (McClelland et al., 1995; Plaut et al., 1996; Munakata et al., 1997; McClelland y Chappell, 1998) abordan el aprendizaje como un proceso de adaptación de conexiones entre neuronas. Este tipo de investigación busca desarrollar modelos computacionales

explícitos que permitan refinar principios básicos y responder a preguntas relevantes mediante experimentos conductuales, simulaciones por computador, imágenes cerebrales funcionales y análisis matemáticos. Estas investigaciones no sólo están modificando la teoría, sino también la práctica educativa. Además, los nuevos modelos incorporan el aprendizaje en la adultez, lo que añade una dimensión clave a la base de conocimiento científico.

Hallazgos clave

Esta colección ofrece una visión amplia de las investigaciones sobre quienes aprenden y cómo aprenden, así como sobre los y las docentes y sus prácticas. Destacamos tres hallazgos, ya que cuentan con una base sólida de investigación que los respalda y tienen importantes implicancias para la enseñanza:

- 1. Los y las estudiantes llegan al aula con ideas preconcebidas sobre cómo funciona el mundo. Si no se activan esas ideas iniciales, es probable que no logren comprender los nuevos conceptos ni la información que se les enseña. Incluso si logran aprenderlos con fines de prueba, es posible que luego regresen a sus concepciones previas fuera del aula.**

La investigación sobre el aprendizaje temprano sugiere que el proceso de dar sentido al mundo comienza desde muy temprana edad. Ya en la etapa preescolar, niñas y niños desarrollan comprensiones bastante complejas (acertadas o no) sobre los fenómenos que los rodean (Wellman, 1990). Esas ideas iniciales influyen fuertemente en cómo se integran nuevos conceptos. A veces son

correctas y constituyen una base útil para construir nuevos aprendizajes. Pero muchas veces no lo son (Carey y Gelman, 1991). En ciencias, por ejemplo, es común encontrar ideas equivocadas sobre propiedades físicas difíciles de observar. En humanidades, suelen aparecer estereotipos o simplificaciones, como cuando la historia se interpreta como una lucha entre “los buenos y los malos” (Gardner, 1991). Una enseñanza eficaz debe identificar esas comprensiones previas y ofrecer oportunidades para construir o desafiar esas ideas iniciales. James Minstrell, un profesor de física en enseñanza media, describe este proceso de la siguiente forma (1989: 130-131):

“Las ideas iniciales del estudiantado sobre mecánica son como hilos de lana: algunos están sueltos, otros débilmente entrelazados. La enseñanza puede entenderse como el proceso de ayudarles a desenredar esos hilos, ponerles nombre y volver a tejerlos en una estructura de comprensión más completa. En lugar de negar la relevancia de esas creencias, tal vez sea mejor ayudarles a diferenciarlas e integrarlas dentro de creencias más cercanas a las de la ciencia.”

Ya en los primeros años escolares, muchas comprensiones previas son sorprendentemente sólidas. Por ejemplo, algunas niñas y niños insisten en que la Tierra es plana y, cuando se les dice que es redonda, la imaginan como un panqueque (Vosniadou y Brewer, 1989). Esta nueva imagen responde a un modelo mental que les ayuda a explicar cómo las personas pueden caminar sobre su superficie. Muchos también creen que un octavo es mayor que un cuarto, simplemente porque 8 es más que 4 (Gelman y Gallistel, 1978). Si fueran como una hoja en blanco, bastaría con decirles que la Tierra es redonda o que un cuarto es mayor

que un octavo. Pero como ya tienen ideas propias sobre esos temas, esas ideas deben ser abordadas directamente para poder transformarlas o expandirlas.

Trabajar con los conocimientos previos es importante a cualquier edad. Numerosos estudios muestran que las concepciones previas persisten incluso después de que se ha enseñado un modelo nuevo que las contradice. Por ejemplo, en un estudio con estudiantes universitarios de física de universidades tecnológicas de prestigio, Andrea DiSessa (1982) les pidió jugar un videojuego donde debían guiar a un objeto simulado —una “tortuga dinámica” o dynaturtle— para que impactara un objetivo con la menor velocidad posible. Antes de comenzar, podían practicar golpeando una pelota de tenis con un mazo de madera. El mismo juego fue jugado por estudiantes de educación básica. DiSessa descubrió que ambos grupos fracasaron rotundamente. Tener éxito en el juego requería comprender las leyes del movimiento de Newton. A pesar de su formación, las y los estudiantes universitarios, igual que los escolares, apuntaban directamente al objetivo, sin considerar el impulso ni la trayectoria. En el caso de una de las estudiantes universitarias, se comprobó que conocía las fórmulas físicas relevantes, pero, al jugar, recurrió a su intuición, dejando de lado los conocimientos formales. Del mismo modo, estudiantes de distintas edades siguen creyendo que las estaciones del año se deben a que la Tierra está más cerca o más lejos del sol (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, 1987), o que un objeto lanzado al aire está influenciado tanto por la gravedad como por la fuerza de la mano que lo arrojó (Clement, 1982). Para que una comprensión científica reemplace a una concepción ingenua, las y los estudiantes deben explicitar esa idea previa y tener la oportunidad de ver en qué aspectos se queda corto.

2. Para desarrollar competencia en un área de conocimiento, los y las estudiantes deben: (a) contar con una base sólida de conocimientos factuales, (b) comprender esos hechos e ideas dentro de un marco conceptual, y (c) organizar el conocimiento de manera que facilite su recuperación y aplicación.

Este principio se basa en investigaciones que comparan el desempeño de personas expertas y principiantes, así como en estudios sobre aprendizaje y transferencia. Los expertos, sin importar el campo, siempre se apoyan en una base de conocimientos altamente estructurada; no se trata simplemente de que sean “inteligentes” o “buenos para pensar”. La capacidad para planificar una tarea, identificar patrones, construir argumentos razonables, dar explicaciones o establecer analogías con otros problemas está mucho más relacionada con el dominio de contenidos que lo que antes se pensaba.

Ahora bien, no basta con tener un gran conjunto de hechos aislados. Para desarrollar competencia en un área, las y los estudiantes necesitan oportunidades de aprender con comprensión. Una comprensión profunda transforma la información en conocimiento útil. Una diferencia clara entre principiantes y expertos es que el dominio de los conceptos por parte de los expertos les permite dar sentido a la nueva información: ven patrones, relaciones o contradicciones que para otras personas pasan desapercibidas. No necesariamente tienen mejor memoria en general, pero su comprensión conceptual les permite captar niveles de significado que otras personas no notan, y esto les ayuda a seleccionar y recordar la información relevante. También acceden de forma más fluida a los conocimientos pertinentes, porque su comprensión de la materia les permite identificar

rápidamente qué es lo relevante, evitando así sobrecargar su atención ante situaciones complejas.

En la mayoría de las asignaturas que se imparten en la educación escolar (K-12), las y los estudiantes parten como principiantes. Tienen ideas informales sobre los temas y varían en cuanto a la cantidad de información que han adquirido. Desde esta perspectiva, la tarea educativa consiste en acompañar al estudiantado en un camino hacia una comprensión más formal (o hacia una mayor experticia). Esto implica tanto fortalecer su base de conocimientos como desarrollar un marco conceptual en torno al contenido.

La geografía puede servir como ejemplo para ilustrar cómo la experticia se organiza en torno a principios que apoyan la comprensión. Un estudiante puede aprender a completar un mapa memorizando estados, ciudades o países, y ser muy preciso. Pero si se eliminan las fronteras del mapa, la tarea se vuelve mucho más difícil, porque esa información no está sustentada por conceptos. En cambio, una persona experta que entiende que muchas fronteras se establecieron por accidentes geográficos (como montañas o cuerpos de agua), o que las grandes ciudades suelen ubicarse en lugares estratégicos para el comercio (ríos, lagos, puertos), tendrá un desempeño mucho mejor. Mientras más desarrollado sea el entendimiento conceptual sobre las necesidades de las ciudades y los recursos que atrajeron a las personas a ciertos lugares, más sentido cobrará el mapa. El estudiantado puede avanzar hacia niveles más expertos si se les enseña la información geográfica dentro de un marco conceptual adecuado.

Uno de los hallazgos clave en la investigación sobre aprendizaje y transferencia es que organizar la información

dentro de un marco conceptual permite una mayor transferencia; es decir, les permite aplicar lo aprendido en nuevas situaciones y adquirir conocimientos relacionados más rápidamente (ver Recuadro 1.3). Por ejemplo, una persona que aprendió geografía del continente de América dentro de un marco conceptual podrá abordar el aprendizaje de otra región del mundo con preguntas, ideas y expectativas que le ayudarán a organizar la nueva información. Comprender la importancia geográfica del río Misisipi sienta las bases para entender la relevancia del Nilo. Y a medida que estos conceptos se refuerzan, el aprendizaje se transfiere más allá del aula: por ejemplo, al visitar una ciudad, la persona se interesará por las características geográficas que explican su tamaño y ubicación (Holyoak, 1984; Novick y Holyoak, 1991).

3. Un enfoque “metacognitivo” de la enseñanza puede ayudar a que los y las estudiantes aprendan a tomar control de su propio aprendizaje, definiendo metas y monitoreando su progreso para alcanzarlas.

En investigaciones con personas expertas a quienes se les pidió verbalizar su pensamiento mientras trabajaban, se observó que monitoreaban cuidadosamente su comprensión. Identificaban cuándo necesitaban información adicional para entender, evaluaban si la nueva información era coherente con lo que ya sabían y establecían analogías que les ayudaran a avanzar en su comprensión. Estas actividades de monitoreo metacognitivo son un componente importante de lo que se conoce como experticia adaptativa (Hatano e Inagaki, 1986).

Dado que la metacognición muchas veces adopta la forma de un diálogo interno, podría asumirse que cada

RECUADRO 1.3 Lanzando dardos bajo el agua

En uno de los estudios más famosos y tempranos que comparaban los efectos de aprender con comprensión, dos grupos de niños practicaron lanzar dardos a un blanco bajo el agua (descrito en Judd 1908; véase una réplica conceptual de Hendrickson y Schroeder, 1942). Un grupo recibió una explicación sobre la refracción de la luz, que hace que la ubicación aparente del blanco sea engañosa. El otro grupo solo practicó el lanzamiento de dardos, sin recibir ninguna explicación. Ambos grupos tuvieron un desempeño igualmente bueno en la tarea de práctica, que consistía en un dardo 30 cm bajo el agua. Sin embargo, el grupo que había recibido instrucción sobre el principio abstracto lo hizo mucho mejor cuando tuvo que transferir lo aprendido a una situación en la que el blanco solo estaba a 10 cm bajo el agua. Como comprendían lo que estaban haciendo, el grupo que había recibido la explicación sobre la refracción de la luz pudo ajustar su comportamiento a la nueva tarea.

persona la desarrolla por sí sola. Sin embargo, muchas de las estrategias que usamos para pensar reflejan normas culturales y formas de indagación propias de una comunidad (Hutchins, 1995; Brice-Heath, 1981, 1983; Suina y Smolkin, 1994). Las investigaciones han demostrado que niñas, niños y jóvenes pueden aprender estas estrategias, incluyendo habilidades como predecir resultados, explicarse a sí mismos para mejorar la comprensión, reconocer cuándo no están entendiendo algo, activar conocimientos previos, planificar con anticipación y distribuir el tiempo y la memoria disponible. Una técnica conocida como enseñanza recíproca fue diseñada específicamente para mejorar la comprensión lectora, ayudando a las y los estudiantes a explicitar, elaborar y monitorear su comprensión mientras leen (Palincsar y Brown, 1984).

Al principio, es el docente quien modela cómo usar las estrategias metacognitivas, y luego el estudiantado las practica y comenta hasta aprender a utilizarlas por sí mismos. Con el tiempo, son capaces de aplicarlas sin apoyo externo, monitoreando de forma autónoma su propia comprensión.

La enseñanza de actividades metacognitivas debe estar integrada al contenido disciplinar que los estudiantes están aprendiendo (White y Frederickson, 1998). Estas estrategias no son universales para todas las materias, y enseñarlas como si lo fueran puede dificultar la transferencia. Enseñar estrategias metacognitivas dentro del contexto ha demostrado mejorar la comprensión en física (White y Frederickson, 1998), en redacción escrita (Scardamalia et al., 1984), y en métodos heurísticos para la resolución de problemas matemáticos (Schoenfeld, 1983, 1984, 1991). Además, las prácticas metacognitivas han mostrado aumentar la capacidad de transferir el aprendizaje a otros

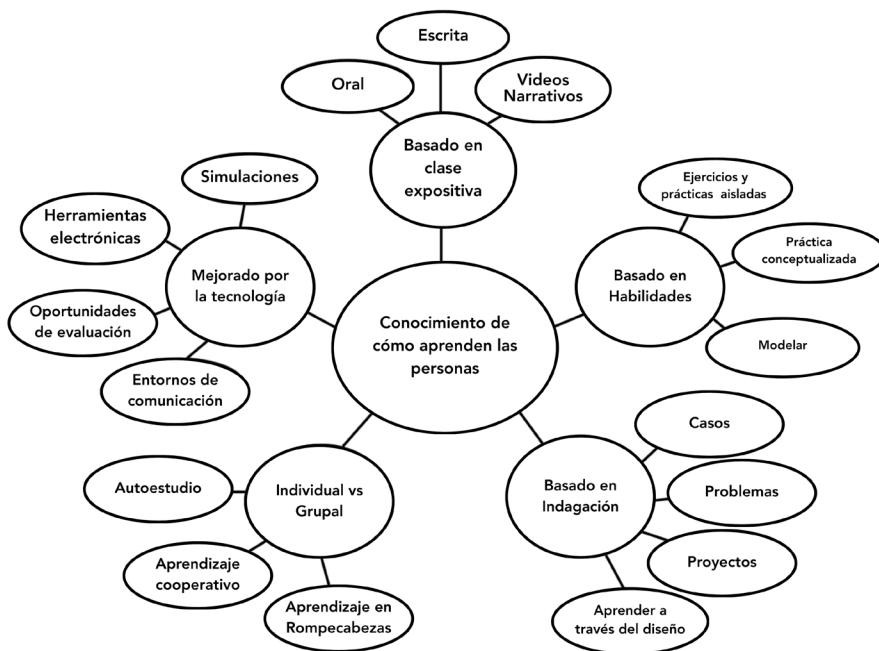


FIGURA 1.1 Con conocimiento sobre como aprenden las personas, los docentes pueden escoger con mejor propósito las mejores técnicas para cumplir objetivos específicos.

contextos y situaciones (Lin y Lehman, en prensa; Palincsar y Brown, 1984; Scardamalia et al., 1984; Schoenfeld, 1983, 1984, 1991).

Todas estas técnicas comparten una misma estrategia: enseñar y modelar cómo generar distintas alternativas (ya sea para desarrollar una idea al escribir o para resolver un problema matemático), evaluar su utilidad para alcanzar una meta y monitorear el avance hacia dicha meta. Las discusiones en el aula sirven de apoyo para el desarrollo

de estas habilidades, con el objetivo final de lograr independencia y autorregulación.

Implicancias para la enseñanza

Los tres principios fundamentales del aprendizaje que acabamos de describir, aunque pueden parecer simples, tienen implicancias profundas tanto para la enseñanza como para la formación docente.

1. Los y las docentes deben identificar y trabajar con las ideas previas que el estudiantado trae consigo.

Esto implica que:

- Debe reemplazarse el modelo tradicional del estudiante como un “recipiente vacío” que el o la docente debe llenar de conocimiento. En su lugar, es necesario que el o la docente investigue activamente el pensamiento del estudiantado, diseñando tareas y condiciones en el aula que permitan hacer visibles esas ideas. Las concepciones iniciales de los y las estudiantes deben convertirse en la base sobre la cual construir una comprensión más formal del contenido.
- El rol de la evaluación debe ir más allá del concepto tradicional de “prueba”. El uso frecuente de evaluaciones formativas permite que las y los estudiantes hagan visible su propio pensamiento, tanto para ellos como para sus docentes y compañeros. Esta información entrega retroalimentación útil para ajustar y refinar la comprensión. Si el objetivo es aprender con comprensión, las evaluaciones deben centrarse

en la comprensión real del contenido, y no sólo en repetir hechos o realizar ejercicios mecánicos.

- Las facultades de educación deben preparar a las y los futuros docentes para que aprendan a: (a) reconocer concepciones previas comunes que dificultan el aprendizaje de ciertos contenidos, (b) identificar ideas previas inesperadas o menos predecibles, y (c) trabajar con esas concepciones para que las y los estudiantes puedan construir sobre ellas, desafiarlas o reemplazarlas cuando sea necesario.

2. Los y las docentes deben enseñar ciertos contenidos en profundidad, proporcionando múltiples ejemplos en los que se aplique el mismo concepto, y asegurando una base sólida de conocimientos factuales.

Esto implica que:

- Debe reemplazarse el enfoque de “cubrir” superficialmente todos los temas de una asignatura, por una cobertura más profunda de menos temas, lo que permite comprender realmente los conceptos clave de la disciplina. Por supuesto, esto no significa abandonar por completo el objetivo de cobertura, pero sí garantizar que existan suficientes oportunidades de estudio profundo, que permitan al estudiantado comprender de forma significativa los conceptos fundamentales. Además, abordar un tema en profundidad suele requerir que el trabajo continúe por más de un año escolar para que las y los estudiantes logren avanzar desde ideas informales hacia comprensiones más formales. Esto requiere coordinación activa del currículo entre niveles escolares.

• Las y los docentes deben llegar al aula con experiencia previa en el estudio profundo de los contenidos que van a enseñar. Para desarrollar herramientas pedagógicas eficaces, es necesario que comprendan cómo se construye el conocimiento dentro de la disciplina, cuál es el lenguaje propio del área, y cómo se relacionan los hechos con los conceptos que los organizan. Igualmente importante es que comprendan cómo evolucionan y se desarrollan las ideas del estudiantado respecto a esos mismos conceptos. Esta última dimensión es clave para lograr pericia docente, aunque no necesariamente para ser experto en la disciplina como tal. Por lo tanto, puede requerir cursos —o materiales complementarios— diseñados específicamente para docentes.

• La evaluación con fines de rendición de cuentas (como las pruebas estandarizadas a nivel estatal o nacional) debe evaluar comprensión profunda y no sólo conocimientos superficiales. Las herramientas de evaluación suelen ser el estándar con el que se mide el trabajo docente. Pero se genera un conflicto cuando a una o un docente se le pide que enseñe para la comprensión conceptual profunda y, al hacerlo, obtiene estudiantes que rinden peor en pruebas estandarizadas tradicionales. Si las nuevas herramientas de evaluación no están alineadas con los enfoques actuales de enseñanza, difícilmente lograrán apoyo desde las escuelas y sus comunidades. Este objetivo es tan importante como difícil de alcanzar. Si bien el formato de las pruebas estandarizadas facilita la corrección objetiva, también tiende a centrarse en la medición de hechos más que de comprensiones profundas. Evaluar

comprensión conceptual puede presentar desafíos en cuanto a la objetividad, por lo que se requiere avanzar en métodos que reduzcan esa tensión entre profundidad y objetividad.

3. La enseñanza de habilidades metacognitivas debe integrarse al currículo en diversas áreas del conocimiento.

Dado que la metacognición a menudo adopta la forma de un diálogo interno, muchos y muchas estudiantes podrían no ser conscientes de su importancia, a menos que estos procesos sean enfatizados explícitamente por sus docentes. Es necesario que la enseñanza en cada disciplina esté acompañada de un enfoque metacognitivo, ya que el tipo de monitoreo requerido varía según el área. En historia, por ejemplo, un estudiante podría preguntarse: “¿Quién escribió este documento y cómo afecta eso la interpretación de los hechos?”, mientras que en física podría estar monitoreando su comprensión del principio físico que está en juego.

- Integrar la instrucción metacognitiva al aprendizaje basado en disciplinas puede mejorar el rendimiento estudiantil y desarrollar la capacidad de aprender de manera autónoma. Debe ser incorporada de forma consciente en los planes de estudio a través de distintas áreas y niveles educativos.
- Desarrollar estrategias metacognitivas sólidas, y aprender a enseñarlas en el aula, debería ser una parte estándar del currículo en las facultades de educación.

La evidencia indica que, cuando estos tres principios se incorporan a la enseñanza, el rendimiento del estudiantado mejora. Por ejemplo, el currículo Thinker Tools, diseñado

para enseñar física en un entorno computacional interactivo, se enfoca en conceptos físicos fundamentales y permite al estudiantado poner a prueba sus ideas previas a través de actividades de modelamiento y experimentación. El programa incluye un “ciclo de indagación” que ayuda a las y los estudiantes a monitorear en qué etapa del proceso se encuentran. Además, solicita evaluaciones reflexivas y permite revisar las evaluaciones hechas por otros compañeros. En un estudio, estudiantes de sexto básico en una escuela suburbana que aprendieron física con Thinker Tools obtuvieron mejores resultados en la resolución de problemas conceptuales que estudiantes de tercero y cuarto medio del mismo sistema escolar, que fueron enseñados con métodos tradicionales. Un segundo estudio, que comparó a estudiantes urbanos de séptimo a primero medio con estudiantes suburbanos de tercero y cuarto medio, mostró nuevamente que el grupo más joven que había sido enseñado con el enfoque basado en la indagación tenía una comprensión superior de los principios fundamentales de la física (White y Frederickson, 1997, 1998).

Poniendo orden al caos

Uno de los beneficios de centrarse en cómo aprenden las personas es que ayuda a dar orden a lo que a menudo parece una cacofonía de opciones pedagógicas. Pensemos en la gran variedad de estrategias de enseñanza que se debaten tanto en círculos educativos como en los medios. En la figura 1.1 observamos un diagrama de ellas: enseñanza basada en clases expositivas, enseñanza a partir de textos, enseñanza por indagación, enseñanza mediada por tecnología, enseñanza centrada en el trabajo individual o en grupos cooperativos, entre muchas otras.

¿Algunas de estas técnicas son mejores que otras? ¿Es la clase expositiva una mala forma de enseñar, como muchos afirman? ¿Es el aprendizaje cooperativo efectivo? ¿Los intentos de incorporar computación al aula ayudan al aprendizaje o lo perjudican? Esta colección sugiere que esas no son las preguntas correctas. Preguntar cuál técnica de enseñanza es la mejor es como preguntar cuál herramienta es mejor: ¿un martillo, un destornillador, un cuchillo o un alicate? En la enseñanza, al igual que en la carpintería, la elección de herramientas depende de la tarea específica y de los materiales con los que se está trabajando. Los libros y las clases magistrales pueden ser modos muy eficaces para transmitir nueva información, estimular la imaginación o desarrollar el pensamiento crítico del estudiantado. Pero si lo que se busca es hacer aflorar sus ideas previas, conocer su nivel de comprensión o ayudarles a descubrir el valor de las estrategias metacognitivas, entonces se requerirán otras actividades. Los experimentos prácticos pueden ser una herramienta poderosa para anclar nuevos conocimientos, pero por sí solos no garantizan la comprensión conceptual necesaria para la generalización. No existe una técnica de enseñanza que sea universalmente la mejor.

Si en vez de eso se parte desde un conjunto central de principios del aprendizaje, la selección de estrategias de enseñanza puede ser deliberada y significativa, considerando naturalmente la disciplina, el nivel educativo y los resultados que se esperan. Entonces, en lugar de parecer un conjunto caótico de opciones contradictorias, estas múltiples estrategias se convierten en un repertorio enriquecido de oportunidades desde el cual el o la docente construye su plan de enseñanza.

Centrarse en cómo aprenden las personas también permite a los y las docentes superar ciertas dicotomías que han entorpecido históricamente el campo de la educación. Una de ellas es si la escuela debe enfocarse en “los contenidos básicos” o en enseñar habilidades de pensamiento y resolución de problemas. Esta colección muestra que ambos son necesarios. Las habilidades para adquirir conjuntos organizados de hechos y destrezas se fortalecen cuando se vinculan a actividades de resolución de problemas significativos, y cuando se apoya al estudiantado para comprender por qué, cuándo y cómo esos conocimientos y habilidades son relevantes. Por otro lado, intentar enseñar habilidades de pensamiento sin una base sólida de conocimientos fácticos no favorece la resolución de problemas ni la transferencia a nuevas situaciones.

Diseño de ambientes de aula

El libro 6 de esta colección propone un marco conceptual que busca orientar el diseño y la evaluación de ambientes que optimicen el aprendizaje. Basándose profundamente en los tres principios previamente mencionados, plantea cuatro atributos interrelacionados de los entornos de aprendizaje que deben fomentarse:

1. Las escuelas y aulas deben estar centradas en el estudiante.

Los docentes deben prestar especial atención al conocimiento, habilidades y actitudes que los estudiantes traen consigo al aula. Esto incluye no solo las ideas previas sobre el contenido, ya abordadas, sino

también una comprensión más amplia del estudiante. Por ejemplo:

- Las diferencias culturales pueden influir en el nivel de comodidad que tienen los estudiantes al trabajar de forma colaborativa versus individual, y se reflejan en los conocimientos previos que aportan a una nueva situación de aprendizaje (Moll et al., 1993).
- Las creencias de los estudiantes sobre lo que significa ser inteligente pueden afectar su rendimiento. Las investigaciones muestran que quienes creen que la inteligencia es una capacidad fija tienden a enfocarse más en el desempeño que en el aprendizaje: quieren “verse bien” más que arriesgarse a cometer errores mientras aprenden. Estos estudiantes, en particular, tienden a abandonar cuando las tareas se vuelven difíciles. En cambio, quienes creen que la inteligencia es maleable están más dispuestos a enfrentarse a tareas desafiantes y se sienten más cómodos asumiendo riesgos (Dweck, 1989; Dweck y Legget, 1988).

Los docentes en aulas centradas en el estudiante también observan cuidadosamente el progreso individual de cada alumno o alumna y diseñan tareas adecuadas a su nivel. Presentan desafíos “manejables”, es decir, lo suficientemente difíciles como para mantener el interés, pero no tanto como para generar desmotivación. Para ello, deben conocer bien los conocimientos, habilidades e intereses de sus estudiantes (Duckworth, 1987).

2. Para proporcionar un entorno de aula centrado en el conocimiento, se debe prestar atención tanto a lo que se enseña (información, contenido), como al por qué se

enseña (comprensión) y a qué competencia o dominio debe alcanzarse.

Como se mencionó anteriormente, la investigación que se detalla en los libros siguientes demuestra claramente que la experiencia implica un conocimiento bien organizado que respalda la comprensión, y que aprender con comprensión es fundamental para el desarrollo de la experiencia, ya que facilita el aprendizaje futuro (es decir, apoya la transferencia de conocimientos).

Aprender con comprensión suele ser más difícil de lograr que simplemente memorizar, y requiere más tiempo. Muchos programas de estudio no apoyan el aprendizaje con comprensión, ya que presentan demasiados hechos desconectados en un período de tiempo muy corto, el problema de "profundizar poco en demasiados temas". Las evaluaciones suelen reforzar la memorización en lugar de la comprensión. El entorno centrado en el conocimiento proporciona la profundidad necesaria para el estudio, evaluando la comprensión de los estudiantes más que la memoria factual. Incorpora la enseñanza de estrategias metacognitivas que facilitan el aprendizaje futuro.

Los entornos centrados en el conocimiento también van más allá de considerar la participación como el principal indicador de enseñanza exitosa (Prawaf et al., 1992). El interés o la participación de los estudiantes en una tarea es, sin duda, importante. Sin embargo, no garantiza que los estudiantes adquieran los tipos de conocimiento que apoyen nuevos aprendizajes. Existen diferencias significativas entre las tareas y proyectos que fomentan la acción práctica y aquellos que promueven hacer con comprensión; el entorno centrado en el conocimiento enfatiza lo último (Greeno, 1991).

3. Las evaluaciones formativas —evaluaciones continuas diseñadas para hacer visible el pensamiento de los estudiantes tanto para los docentes como para los estudiantes— son esenciales. Permiten que el docente comprenda las ideas previas de los estudiantes, entienda en qué parte del “corredor de desarrollo” se encuentran (del pensamiento informal al formal), y diseñe la instrucción en consecuencia. En el entorno de aula centrado en la evaluación, las evaluaciones formativas ayudan tanto a los docentes como a los estudiantes a monitorear el progreso.

Una característica importante de las evaluaciones en estos entornos es que deben ser amigables para los estudiantes: no se trata del cuestionario del viernes para el cual se memoriza la información la noche anterior y el estudiante recibe una calificación que lo ubica en relación con sus compañeros. Estas evaluaciones deben brindarles a los estudiantes la oportunidad de revisar y mejorar su pensamiento (Vye et al., 1998b), permitirles ver su propio progreso a lo largo de semanas o meses, y ayudar a los docentes a identificar problemas que necesitan ser corregidos (problemas que podrían no ser visibles sin las evaluaciones). Por ejemplo, a una clase de secundaria que estudia los principios de la democracia se les podría dar un escenario en el que una colonia de personas acaba de asentarse en la luna y debe establecer un gobierno. Las propuestas de los estudiantes sobre las características definitorias de dicho gobierno, así como las discusiones sobre los problemas que prevén en su establecimiento, pueden revelar tanto a los docentes como a los estudiantes áreas en las que el pensamiento estudiantil es más o menos avanzado. El ejercicio es más un indicador de dónde deben centrarse la investigación y la instrucción, que una prueba.

4. El aprendizaje es influenciado de manera fundamental por el contexto en el que se lleva a cabo. Un enfoque centrado en la comunidad requiere el desarrollo de normas para el aula y la escuela, así como conexiones con el mundo exterior, que apoyen los valores fundamentales del aprendizaje.

Las normas establecidas en el aula tienen un fuerte impacto en el rendimiento de los estudiantes. En algunas escuelas, las normas podrían expresarse como “no dejes que te pillen sin saber algo”. Otras, en cambio, fomentan el riesgo académico y las oportunidades para cometer errores, obtener retroalimentación y revisar. Claramente, si los estudiantes van a revelar sus ideas previas sobre un tema, sus preguntas y su progreso hacia la comprensión, las normas de la escuela deben apoyarlos en hacerlo.

Los docentes deben centrarse en diseñar actividades en el aula y en ayudar a los estudiantes a organizar su trabajo de manera que se promueva un tipo de camaradería intelectual y actitudes hacia el aprendizaje que construyan un sentido de comunidad. En tal comunidad, los estudiantes podrían ayudarse mutuamente a resolver problemas basándose en el conocimiento compartido, haciendo preguntas para aclarar explicaciones y sugiriendo caminos que muevan al grupo hacia su meta (Brown y Campione, 1994). Tanto la cooperación en la resolución de problemas (Evans, 1989; Newstead y Evans, 1995) como la argumentación (Goldman, 1994; Habermas, 1990; Kuhn, 1991; Moshman, 1995a, 1995b; Salmon y Zeitz, 1995; Youniss y Damon, 1992) entre los estudiantes en tal comunidad intelectual favorecen el desarrollo cognitivo.

Los docentes deben ser capacitados y alentados para establecer una comunidad de aprendices entre ellos

mismos (Lave y Wegner, 1991). Estas comunidades pueden generar una sensación de comodidad con el cuestionamiento, en lugar de con saber la respuesta, y pueden desarrollar un modelo de creación de nuevas ideas que se basan en las contribuciones individuales. Pueden fomentar una sensación de la emoción del aprendizaje que luego se transfiere al aula, otorgando un sentido de pertenencia a las nuevas ideas en su aplicación tanto teórica como práctica.

No menos importante, las escuelas deben desarrollar formas de vincular el aprendizaje en el aula con otros aspectos de la vida de los estudiantes. Fomentar el apoyo de los padres para los principios fundamentales del aprendizaje y su participación en el proceso de enseñanza es de suma importancia (Moll, 1990; 1986a, 1986b). La Figura 1.2 muestra el porcentaje de tiempo, durante un año calendario, que los estudiantes en un gran distrito escolar pasan en la escuela. Si un tercio de su tiempo fuera de la escuela (sin contar el sueño) lo pasan viendo televisión, entonces los estudiantes aparentemente pasan más horas al año viendo televisión que asistiendo a la escuela. Enfocarse solo en las horas que los estudiantes actualmente pasan en la escuela pasa por alto las numerosas oportunidades de aprendizaje guiado en otros entornos.

Aplicando la estructura de diseño al aprendizaje de adultos

El marco de diseño resumido anteriormente asume que los aprendices son niños, pero los principios también se aplican al aprendizaje de adultos. Este punto es particularmente importante porque incorporar los principios de esta

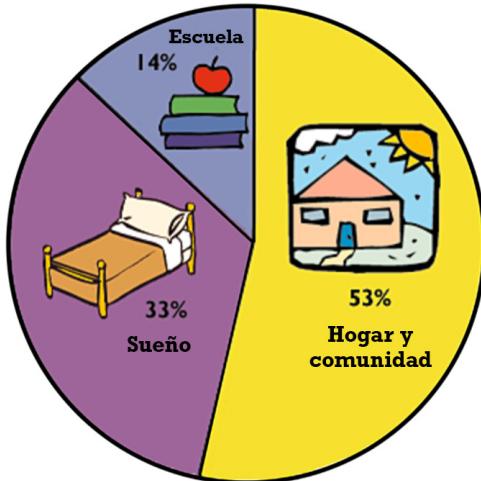


FIGURA 1.2 Los y las estudiantes pasan sólo un 14% de su tiempo en la escuela.

colección a la práctica educativa requerirá un buen grado de aprendizaje de adultos. Muchos enfoques para enseñar a adultos violan consistentemente los principios para optimizar el aprendizaje. Los programas de desarrollo profesional para docentes, por ejemplo, frecuentemente:

- *No están centrados en el estudiante.* En lugar de preguntar a los docentes dónde necesitan ayuda, se espera que simplemente asistan a talleres preestablecidos.
- *No están centrados en el conocimiento.* Los docentes pueden ser simplemente presentados a una nueva técnica (como el aprendizaje cooperativo) sin que se les dé la oportunidad de entender el por qué, cuándo, dónde y cómo podría ser valiosa para ellos. Es especialmente importante integrar la estructura de las actividades con el contenido del currículo que se enseña.

- *No están centrados en la evaluación.* Para que los docentes cambien sus prácticas, necesitan oportunidades para probar cosas en sus aulas y luego recibir retroalimentación. La mayoría de las oportunidades de desarrollo profesional no brindan tal retroalimentación. Además, tienden a enfocarse en el cambio en las prácticas docentes como el objetivo, pero descuidan desarrollar en los docentes la capacidad de juzgar la transferencia exitosa de la técnica al aula o sus efectos sobre el rendimiento estudiantil.
- *No están centrados en la comunidad.* Muchas oportunidades de desarrollo profesional se llevan a cabo en aislamiento. Las oportunidades para continuar el contacto y el apoyo mientras los docentes incorporan nuevas ideas en su enseñanza son limitadas, sin embargo, la rápida expansión del acceso a Internet ofrece una vía lista para mantener ese contacto si se diseñan adecuadamente herramientas y servicios.

Los principios del aprendizaje y sus implicaciones para el diseño de entornos de aprendizaje se aplican por igual al aprendizaje infantil y adulto. Proporcionan una perspectiva a través de la cual se puede observar la práctica actual en relación con la enseñanza K-12 y en relación con la preparación de docentes en la agenda de investigación y desarrollo. Los principios son igualmente relevantes cuando consideramos otros grupos, como los responsables políticos y el público, cuyo aprendizaje también es necesario para que la práctica educativa cambie.

Referencias

Anderson, J.R.

1982 Acquisition of cognitive skill. *Psychological Review* 89:369-406.

1987 Skill acquisition: Compilation of weak-method problem solutions. *Psychological Review* 94:192-210.

Bloom, B.S.

1964 *Stability and Change in Human Characteristics*. New York: Wiley. Bransford, J.D., y B.S. Stein

1993 *The IDEAL Problem Solver* (2nd ed.). New York: Freeman. Brice-Heath, S.

1981 Toward an ethnohistory of writing in American. Pp. 25-45 in *Writing: The Nature, Development, and Teaching of Written Communication* (Vol. 1), M.F. Whiteman, ed. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

1983 *Ways with Words: Language, Life and Work in Communities and Classrooms*. Cambridge, England: Cambridge University Press.

Brown, A.L.

1975 The development of memory: Knowing, knowing about knowing, and knowing how to know. In *Advances in Child Development and Behavior* (Vol. 10), H.W. Reese, ed. New York: Academic Press.

Brown, A.L., y J.C. Campione

1994 Guided discovery in a community of learners. Pp. 229-270 in *Classroom Lessons: Integrating Cognitive Theory and Classroom Practices*, K. McGilly, ed. Cambridge, MA: MIT Press.

Carey, S., y R. Gelman

1991 *The Epigenesis of Mind: Essays on Biology and Cognition*.

Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Chase, W.G., y H.A. Simon

1973 Perception in chess. *Cognitive Psychology* 1:33-81.

Chi, M.T.H., P.J. Feltovich, y R. Glaser

1981 Categorization and representation of physics problems by experts and novices. *Cognitive Science* 5:121-152.

Clement, J.

1982 Student preconceptions of introductory mechanics. *American Journal of Physics* 50:66-71.

Cobb, P.

1994 Theories of Mathematical Learning and Constructivism: A Personal View. Paper presented at the Symposium on Trends and Perspectives in Mathematics Education, Institute for Mathematics, University of Klagenfurt, Austria.

Cole, B.

1996 Characterizing On-line Communication: A First Step. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, April 8-12, New York, NY.

Confrey, J.

1990 A review of research on student conceptions in mathematics, science programming. In *Review of Research in Education* 16:3-55, C.B. Cazden, ed. Washington, DC: American Educational Research Association.

deGroot, A.D.

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

1969 *Methodology: Foundations of Inference and Research in the Behavioral Sciences*. New York and the Hague, the Netherlands:

Mouton.

Diamat, R.J., y D.J. Bearison

1991 Development of formal reasoning during successive peer interactions. *Developmental Psychology* 27:277-284.

DiSessa, A.

1982 Unlearning Aristotelian physics: A study of knowledge-base learning. *Cognitive Science* 6:37-75.

Duckworth, E.

1987 *"The Having of Wonderful Ideas" and Other Essays on Teaching and Learning.* New York: Teachers College Press, Columbia University.

Dweck, C.S.

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

Dweck, C., y E. Legget

1988 A social-cognitive approach to motivation and personality. *Psychological Review* 95:256-273.

Elmore, R.F., P.L. Peterson, y S.J. McCarthey

1996 *Restructuring in the Classroom: Teaching, Learning, and School Organization.* San Francisco: Jossey-Bass.

Erickson, F.

1986 Qualitative methods in research on teaching. Pp. 119-161 in *Handbook of Research on Teaching.* New York: Macmillan.

Ericsson, K.A., y N. Charness

1994 Expert performance: Its structure and acquisition. *American Psychologist* 49:725-745.

Evans, J. St. B. T.

1989 *Bias in Human Reasoning*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Flavell, J.H.

1973 Metacognitive aspects of problem-solving. In *The Nature of Intelligence*, L.B. Resnick, ed. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Gardner, H.

1991 *The Unschooled Mind: How Children Think and How Schools Should Teach*. New York: Basic Books.

Gelman, R., y C.R. Gallistel

1978 *The Children's Understanding of Number*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Goldman, A.I.

1994 Argument and social epistemology. *Journal of Philosophy* 91:27-49.

Greenfield, P.M., y R.R. Cocking

1996 *Interacting with Video*. Norwood, NJ: Ablex.

Greeno, J.

1991 Number sense as situated knowing in a conceptual domain. *Journal for Research in Mathematics Education* 22(3):170-218.

Habermas, J.

1990 *Moral Consciousness and Communicative Action*. Cambridge, MA: MIT Press.

Hammersley, M., y P. Atkinson

1983 *Ethnography: Principles and Practices*. London: Travistock.

Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, Science Education Department

1987 *A Private Universe*. Video. Cambridge, MA: Science Media Group.

Hatano, G., y K. Inagaki

1986 Two courses of expertise. In *Child Development and Education in Japan*, H. Stevenson, H. Azuma, y K. Hakuta, eds. New York: W.H. Freeman.

Heath, S.

1982 Ethnography in education: Defining the essential. Pp. 33-58 in *Children In and Out of School*, P. Gilmore y A. Gilmore, eds. Washington, DC: Center for Applied Linguistics.

Holyoak, K.J.

1984 Analogical thinking and human intelligence. Pp. 199-230 in *Advances in the Psychology of Human Intelligence* (Vol. 2), R.J. Sternberg, ed. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Hull, C.L.

1943 *Principles of Behavior*. New York: Appleton-Century-Crofts.

Hutchins, E.

1995 *Cognition in the Wild*. Cambridge, MA: MIT Press.

James, W.

1890 *Principles of Psychology*. New York: Holt.

Kuhn, D.

1991 *The Skills of Argument*. Cambridge, England: Cambridge University Press.

Lamon, M., D. Caswell, M. Scardamalia, y R. Chandra

1997 Technologies of Use and Social Interaction in Classroom Knowledge Building Communities. Paper presented at the Symposium on Computer-Supported Collaborative Learning:

Advancements and Challenges, K. Lonka, chair. European Association for Research in Learning and Instruction, August, Athens, Greece.

Lave, J.

1988 *Cognition in Practice: Mind, Mathematics, and Culture in Everyday Life*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.

Lave, J., y E. Wegner

1991 *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation*. New York: Cambridge University Press.

Lehrer, R., y D. Chazan

1998a *Designing Learning Environments for Developing Understanding of Geometry and Space*. Mahwah, NJ: Erlbaum.

1998b *New Directions for Teaching and Learning Geometry*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Lincoln, Y.S., y E.G. Guba

1985 *Naturalistic Inquiry*. Beverly Hills, CA: Sage.

Lionni, L.

1970 *Fish Is Fish*. New York: Scholastic Press. Marshall, C., y G.B. Rossman

1955 *Designing Qualitative Research*. Thousand Oaks, CA: Sage.

McClelland, J.L. y M. Chappell

1998 Familiarity breeds differentiation: A subject-likelihood approach to the effects of experience in recognition memory. *Psychological Review*. 105: 724-760.

McClelland, J.L., B.L. McNaughton, y R.C. O'Reilly

1995 Why there are complementary learning systems in hippocampus and neo-cortex: Insights from the successes and failures of connectionist models of learning and memory.

Psychological Review 102:419-447.

Mestre, J.P.

1994 Cognitive aspects of learning and teaching science. Pp. 3-1 - 3-53 in *Teacher Enhancement for Elementary and Secondary Science and Mathematics: Status, Issues, and Problems*, S.J. Fitzsimmons y L.C. Kerpelman, eds. NSF 94-80. Arlington, VA: National Science Foundation.

Miles, M.B., y A.M. Huberman

1984 *Qualitative Data Analysis: A Sourcebook of New Methods*. Newbury Park, CA: Sage.

Minstrell, J.A.

1989 Teaching science for understanding. Pp. 130-131 in *Toward the Thinking Curriculum: Current Cognitive Research*, L.B. Resnick y L.E. Klopfer, eds. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.

Moll, L.C.

1986a Creating Strategic Learning Environments for Students: A Community-Based Approach. Paper presented at the S.I.G. Language Developed Invited Symposium Literacy and Schooling, Annual Meeting of the American Educational Research Association, San Francisco, California.

1986b Writing as a communication: Creating strategic learning environments for students. *Theory into Practice* 25:102-108.

1990 *Vygotsky and Education*. New York: Cambridge University Press.

Moll, L.C., J. Tapia, y K.F. Whitmore

1993 Living knowledge: The social distribution of cultural sources for thinking. Pp. 139-163 in *Distributed Cognitions*, G. Salomon, ed. Cambridge, UK: Cambridge University Press

Moshman, D.

1995a Reasoning as self-constrained thinking. *Human Development* 38:53-64.

1995b The construction of moral rationality. *Human Development* 38:265-281.

Munkata, Y., J.L McClelland, M.H. Johnson, y R.S. Siegler

1997 Rethinking infant knowledge: Toward an adaptive process account of successes and failures in object permanence tasks. *Psychological Review* 104:686-713.

Newell, A., y H.A. Simon

1972 *Human Problem Solving*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

Newstead, S.E., y J. St. B.T. Evans, eds.

1995 *Perspectives on Thinking and Reasoning: Essays in Honour of Peter Wason*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Norman, D.A.

1980 Twelve issues for cognitive science. *Cognitive Science* 4:1-32.

1993 *Things That Make Us Smart: Defending Human Attributes in the Age of the Machine*. New York: Addison-Wesley. Novick, L.R., y K.J. Holyoak

1991 Mathematical problem solving by analogy. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 17(3) (May):398-415.

Palincsar, A.S., y A.L. Brown

1984 Reciprocal teaching of comprehension monitoring activities. *Cognition and Instruction* 1:117-175.

Piaget, J.

1952 *The Origins of Intelligence in Children*. M. Cook, trans. New

- York: International Universities Press.
- 1973a *The Child and Reality: Problems of Genetic Psychology*. New York: Grossman.
- 1973b *The Language and Thought of the Child*. London: Routledge y Kegan Paul.
- 1977 *The Grasp of Consciousness*. London: Routledge y Kegan Paul.
- 1978 *Success and Understanding*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Plaut, D.C., J.L. McClelland, M.S. Seidenberg, y K.E. Patterson
1996 Understanding normal and impaired word reading: Computational principles in quasi-regular domains. *Psychological Review* 103:56-115.

Prawaf, R.S., J. Remillard, R.T. Putnam, y R.M. Heaton
1992 Teaching mathematics for understanding: Case study of four fifth-grade teachers. *Elementary School Journal* 93:145-152.
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.

Rogoff, B.
1990 *Apprenticeship in Thinking: Cognitive Development in Social Context*. New York: Oxford University Press.

Rogoff, B., J. Mistry, A. Goncu, y C. Mosier
1993 Guided Participation in Cultural Activity by Toddlers and Caregivers. *Monographs of the Society for Research in Child Development* 58(7): Serial No. 236.

Salmon, M.H., y C.M. Zeitz
1995 Analyzing conversational reasoning. *Informal Logic* 17:1-23.

Scardamalia, M., y C. Bereiter

1991 Higher levels of agency for children in knowledge-building: A challenge for the design of new knowledge media. *Journal of the Learning Sciences* 1:37-68.

Scardamalia, M., C. Bereiter, y R. Steinbach

1984 Teachability of reflective processes in written composition. *Cognitive Science* 8:173-190.

Schauble, L., R. Glaser, R. Duschl, S. Schulze, y J. John.

1995 Students' understanding of the objectives and procedures of experimentation in the science classroom. *Journal of the Learning Sciences* 4(2):131-166.

Schoenfeld, A.H.

1983 Problem solving in the mathematics curriculum: A report, recommendation and annotated bibliography. *Mathematical Association of America Notes* No. 1.

1984 *Mathematical Problem Solving*. Orlando, FL: Academic Press.

1991 On mathematics as sense making: An informal attack on the unfortunate divorce of formal and informal mathematics. Pp. 331-343 in *Informal Reasoning and Education*, J.F. Voss, D.N. Perkins, and J.W. Segal, eds. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Schwartz, D.L., y J.D. Bransford

1998 A time for telling. *Cognition and Instruction* 16(4):475-522. Simon, H.A.

1996 Observations on the Sciences of Science Learning. Paper prepared for the Committee on Developments in the Science of Learning for the Sciences of Science Learning: An Interdisciplinary Discussion. Department of Psychology, Carnegie Mellon University.

Skinner, B.F.

1950 Are theories of learning necessary? *Psychological Review* 57:193-216.

Spence, K.W.

1942 *Theoretical interpretations of learning*. In *Comparative Psychology*, F.A. Moss, ed. New York: Prentice-Hall.

Spradley, J.

1979 *The Ethnographic Interview*. New York: Harcourt, Brace, Javanovich.

Suina, J.H., y L.B. Smolkin

1994 From natal culture to school culture to dominant society culture: Supporting transitions for Pueblo Indian students. Pp. 115-130 in *Cross-cultural Roots of Minority Child Development*, P.M. Greenfield and R.R. Cocking, eds. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Thorndike, E.L.

1913 *Educational Psychology* (Vols. 1 y 2). New York: Columbia University Press.

Vosniadou, S., y W.F. Brewer

1989 The Concept of the Earth's Shape: A Study of Conceptual Change in Childhood. Unpublished paper. Center for the Study of Reading, University of Illinois, Champaign.

Vye, N.J., S.R. Goldman, C. Hmelo, J.F. Voss, S. Williams, y el Cognition and Technology Group at Vanderbilt

1998a Complex mathematical problem solving by individuals and dyads. *Cognition and Instruction* 15(4).

Vye, N.J., D.L. Schwartz, J.D. Bransford, B.J. Barron, L. Zech, y el Cognition and Technology Group at Vanderbilt

1998b SMART environments that support monitoring, reflection, and revision. In *Metacognition in Educational Theory and Practice*,

D. Hacker, J. Dunlosky, y A. Graessner, eds. Mahwah, NJ: Erlbaum.

Vygotsky, L.S.

1962 *Thought and Language*. Cambridge, MA: MIT Press.

1978 *Mind in Society: The Development of the Higher Psychological Processes*. Cambridge, MA: The Harvard University Press. (Originally published 1930, New York: Oxford University Press.)

Warren, B., y A. Rosebery

1996 This question is just too, too easy: Perspectives from the classroom on accountability in science. Pp. 97-125 in the *Contributions of Instructional Innovation to Understanding Learning*, L. Schauble y R. Glaser, eds. Mahwah, NJ: Erlbaum.

Watson, J.B.

1913 Psychology as a behaviorist views it. *Psychological Review* 20:158-177.

Wellman, H.M.

1990 *The Child's Theory of Mind*. Cambridge, MA: MIT Press.

White, B.Y., y J.R. Fredrickson

1997 *The ThinkerTools Inquiry Project: Making Scientific Inquiry Accessible to Students*. Princeton, New Jersey: Center for Performance Assessment, Educational Testing Service.

1998 *Inquiry, modeling, and metacognition: Making science accessible to all students*. *Cognition and Science* 16:90-91.

Youniss, J., y W. Damon.

1992 Social construction in Piaget's theory. Pp. 267-286 in *Piaget's Theory: Prospects and Possibilities*, H. Berlin y P.B. Pufal, eds. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

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*