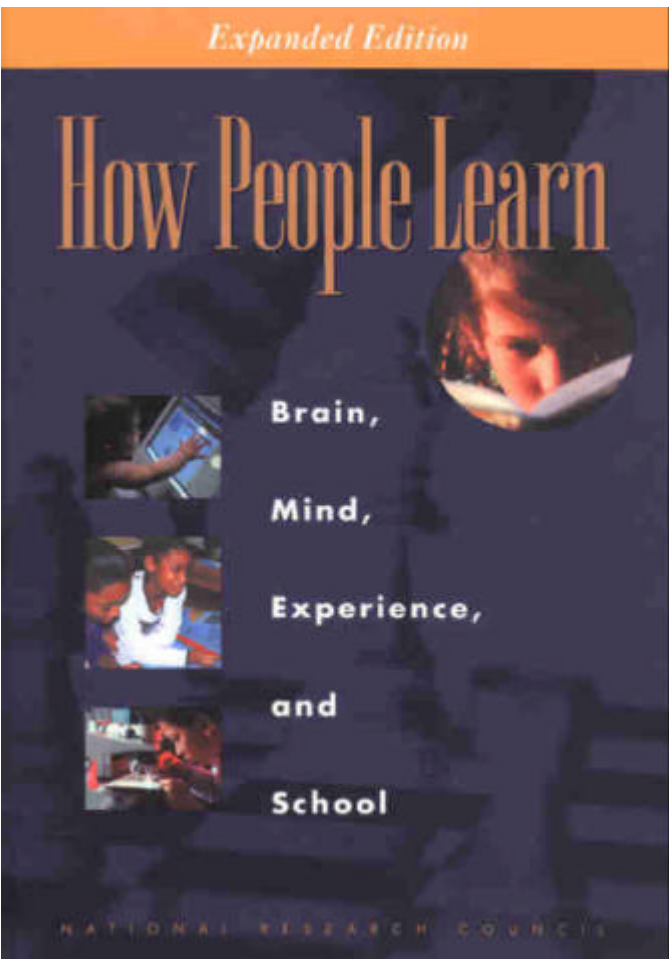



# CÓMO APRENDE LA GENTE

## CEREBRO, MENTE, EXPERIENCIA Y ESCUELA

	<p> THE NATIONAL ACADEMIES PRESS</p> <p>La National Academy Press, editorial de la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos, publicó recientemente el libro "How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School (Cómo Aprende la Gente: Cerebro, Mente, Experiencia, y Escuela), un trabajo de los comités del Consejo Nacional de Investigación (National Research Council): para el desarrollo de la ciencia del aprendizaje y para la investigación del aprendizaje y la práctica educativa.</p> <p>Este libro examina los descubrimientos de muchas ramas de la ciencia que aumentan considerablemente nuestra comprensión sobre lo que significa saber; desde los procesos neuronales que ocurren durante el aprendizaje, hasta la influencia que tiene la cultura en lo que la gente percibe y asimila. El libro presenta las implicaciones que esos descubrimientos tiene respecto de "lo que enseñamos, cómo lo enseñamos y cómo evaluamos lo que nuestros niños (y adultos) aprender".</p> <p>EDUTEKA se enorgullece de poner al alcance de los educadores hispano parlantes el primer capítulo de este libro, <i>-El Aprendizaje: de Especulación a Ciencia -</i>. La versión completa en inglés de "Cómo Aprende la Gente" se encuentra en <a href="http://www.nap.edu/books/0309070368/html/">http://www.nap.edu/books/0309070368/html/</a> y el libro se puede adquirir directamente de la editorial arriba mencionada en <a href="http://www.nap.edu">http://www.nap.edu</a>.</p>
--	--

# 1

## El aprendizaje: De especulación a ciencia

La esencia de la materia, los orígenes del universo, la naturaleza de la mente humana --estos son los grandes interrogantes que han ocupado la atención de los pensadores a través de los siglos. Hasta hace muy poco tiempo, la comprensión de la mente --y el pensamiento y el aprendizaje, posibles gracias a la mente-- ha sido una búsqueda elusiva, debido en parte a falta de herramientas poderosas para la investigación. Hoy, el mundo está envuelto en una extraordinaria producción de trabajos científicos sobre la mente y el cerebro, sobre los procesos de pensamiento y aprendizaje, sobre los procesos neurales que ocurren durante el pensamiento y el aprendizaje, y sobre el desarrollo de la competencia.

La revolución que ha ocurrido en el estudio de la mente durante las tres o cuatro últimas décadas tiene importantes implicaciones para la educación. Tal como lo ilustramos, comienza a atraer la atención una nueva teoría que conduce a concepciones del diseño curricular, la enseñanza y el aprendizaje, muy diferentes de las que comúnmente se encuentran en las escuelas en la actualidad. Igualmente importante es que el crecimiento de las investigaciones interdisciplinarias y nuevas clases de colaboraciones científicas han comenzado a hacer de cierta manera más visible el camino que conduce de la investigación básica a la práctica educativa. Aunque transitar este camino no es fácil todavía. Hace treinta años, los educadores le prestaban muy poca atención al trabajo de los científicos cognitivos; y los investigadores en el naciente campo de la ciencia cognitiva trabajaban muy alejados de las aulas. Hoy, los investigadores cognitivos pasan más tiempo trabajando con maestros, sometiendo sus teorías a pruebas en aulas reales --donde pueden ver cómo diferentes escenarios e interacciones en el salón de clases influyen en las aplicaciones de sus teorías--, y refinando dichas teorías.

Lo que, en la actualidad, quizá impresiona más es la variedad de enfoques teóricos y técnicas de investigación que se han producido, y las maneras en que comienza a convergir la evidencia aportada por muchas y muy diferentes ramas de la ciencia. La historia que podemos contar ahora, acerca del aprendizaje, es mucho más rica que cualquiera de las anteriores; y se presiente que va a evolucionar asombrosamente en la siguiente generación. Por ejemplo:

- La investigación proveniente de la psicología cognitiva ha avanzado en la comprensión de la naturaleza del desempeño competente y de los principios de organización del conocimiento que subyacen a las habilidades de las personas para resolver problemas en una amplia variedad de áreas, entre las que se encuentran las matemáticas, las ciencias, la literatura, los estudios sociales y la historia (<http://www.eduteka.org/ComoAprendenLosEstudiantes.php>).
- Los investigadores del desarrollo [humano] han demostrado que niños de corta edad tienen una buena comprensión de los principios básicos de la biología y de la causalidad física, del número, de la narrativa y del propósito personal, y que estas capacidades posibilitan crear currículos innovadores que introduzcan, en estadios iniciales, conceptos importantes para el razonamiento avanzado.

- La investigación acerca del aprendizaje y la transferencia han puesto al descubierto principios importantes que posibilitan organizar experiencias de aprendizaje que capaciten a las personas para usar, en nuevos escenarios, lo que hayan aprendido.
- El trabajo en la psicología social, la psicología cognitiva y la antropología va dejando en claro que todo aprendizaje tiene lugar en escenarios que tienen conjuntos particulares de normas y expectativas culturales y sociales, y que estos escenarios influyen poderosamente en el aprendizaje y la transferencia.
- La neurociencia está comenzando a aportar evidencia que sustenta muchos de los principios de aprendizaje que han surgido de la investigación en el laboratorio, y va mostrando cómo el aprendizaje cambia la estructura física del cerebro y, con ello, la organización funcional del cerebro.
- Estudios cooperativos del diseño y evaluación de ambientes de aprendizaje, entre psicólogos cognitivos, psicólogos del desarrollo y educadores, están produciendo nuevo conocimiento acerca de la naturaleza del aprendizaje y la enseñanza que ocurren en una variedad de escenarios. Además, los investigadores están descubriendo formas de aprender a partir de “la sabiduría de la práctica” que proviene de maestros exitosos que pueden compartir su experticia.
- Las tecnologías que van surgiendo están llevando a la creación de muchas oportunidades nuevas, que no podían imaginarse ni siquiera hace unos pocos años, para guiar e incrementar el aprendizaje.

Todos estos desarrollos en el estudio del aprendizaje han conducido a una era de nueva pertinencia de la ciencia para la práctica. En pocas palabras, la inversión en la investigación básica está mostrando su utilidad en aplicaciones prácticas. Estos desarrollos en la comprensión de cómo aprenden los humanos tienen un significado especial a la luz de los cambios en lo que se espera de los sistemas educativos de la nación.

A comienzos del siglo veinte, la educación se centró en la adquisición de destrezas de alfabetismo: lectura sencilla, escritura y aritmética. Por regla general, los sistemas educativos no preparaban a la gente para pensar y leer críticamente, para expresarse clara y convincentemente, para resolver problemas complejos en ciencias y matemáticas. Ahora, al fin del siglo, se requiere que todo el mundo maneje estos aspectos de alto alfabetismo, para negociar con éxito las complejidades de la vida contemporánea. Las demandas de destrezas para el trabajo se han incrementado tremendamente, lo mismo que la necesidad de cambio de las organizaciones y de los trabajadores, en respuesta a las presiones por sitios de trabajo competitivos. También la participación sesuda en el proceso democrático se ha hecho cada vez más complicada, en la medida en que el centro de atención se ha deslizado de las preocupaciones locales a las nacionales y a las globales.

Más que todo, la información y el conocimiento están creciendo a un paso mucho más rápido que en cualquier época anterior de la historia de la humanidad. Como sabiamente lo afirmó el premio Nobel Herbert Simon, el significado de “saber” ha pasado de poder recordar y repetir información a poder hallarla y utilizarla (Simon, 1966). Más que nunca, la misma magnitud del conocimiento humano hace imposible que la educación pueda abarcarlo todo. El objetivo de la educación se concibe, mejor, como el de ayudar a los estudiantes a desarrollar las herramientas intelectuales y las estrategias de aprendizaje que se requieren para adquirir el conocimiento que le permite a la gente pensar productivamente acerca de la historia, la ciencia y la tecnología, los fenómenos sociales, las matemáticas y las artes. La comprensión fundamental en torno a las materias, lo que incluye cómo delimitar y formular preguntas significativas acerca de varias áreas de estudio, contribuye a que los individuos desarrollen una comprensión más básica de los principios del aprendizaje que pueden ayudarles a convertirse en automotivados aprendices permanentes.

## **FOCO: PERSONAS, ESCUELAS Y EL POTENCIAL PARA APRENDER**

Son voluminosas las literaturas científicas sobre cognición, aprendizaje, desarrollo, cultura y el cerebro. El marco conceptual para nuestro estudio proviene de tres decisiones de organización, tomadas bien al comienzo del trabajo del comité, que se reflejan en los contenidos de este libro.

- Primero, nos centramos primordialmente en la investigación acerca del aprendizaje humano (aunque el estudio del aprendizaje de los animales aporta información colateral importante), e incluimos nuevos desarrollos de la neurociencia.
- Segundo, nos concentramos especialmente en la investigación del aprendizaje que tiene implicaciones para el diseño de ambientes para la instrucción formal, principalmente en los preescolares, en escuelas de educación básica y secundaria (de Kinder a Grado 12), y en facultades.
- Tercero, y relacionado con el segundo punto, nos concentramos en la investigación que contribuye a explorar la posibilidad de ayudar a todos los individuos a desarrollar todo su potencial.

Las nuevas ideas acerca de las formas de facilitar el aprendizaje –y acerca de quién es más capaz de aprender– pueden afectar enormemente la calidad de vida de las personas. En diferentes momentos de la historia, a los estudiosos les ha preocupado que los ambientes de la educación formal han desempeñado un mejor papel en seleccionar el talento que en desarrollarlo (Véase, por ejemplo, Bloom, 1964). Muchas personas que tuvieron dificultades en sus estudios hubieran podido salir adelante si hubieran contado con las nuevas ideas acerca de prácticas efectivas de instrucción. Más aun, dadas las nuevas prácticas de instrucción, hasta quienes tuvieron buen rendimiento en ambientes educativos tradicionales hubieran podido desarrollar destrezas, conocimiento y actitudes que hubieran aumentado significativamente sus logros.

La investigación en el aprendizaje sugiere que hay nuevas formas de introducir a los estudiantes en las materias tradicionales tales como matemáticas, ciencias, historia y literatura; y que estos nuevos enfoques posibilitan que la mayoría de los individuos desarrolle una profunda comprensión de importante materia de estudio. Este comité está especialmente interesado en teorías y datos que son pertinentes para el desarrollo de nuevas formas de introducir a los estudiantes en las materias tradicionales tales como matemáticas, ciencias, historia y literatura. Existe la esperanza de que las nuevas concepciones le permitan a la mayoría de las personas desarrollar una comprensión, entre moderada y profunda, de materias importantes.

## DESARROLLO DE LA CIENCIA DEL APRENDIZAJE

Este informe se funda en una investigación que se inició en el último tramo del siglo diecinueve --momento de la historia en que se hicieron intentos sistemáticos por estudiar la mente humana, con métodos científicos. Antes de esa época, ese estudio era del dominio de la filosofía y la teología. Parte del trabajo inicial más influyente se llevó a cabo en Leipzig en el laboratorio de Wilhelm Wundt, quien, con sus colegas, trató de someter a análisis preciso la conciencia humana –principalmente pidiéndoles a los sujetos que reflexionaran sobre sus procesos de pensamiento por medio de la introspección.

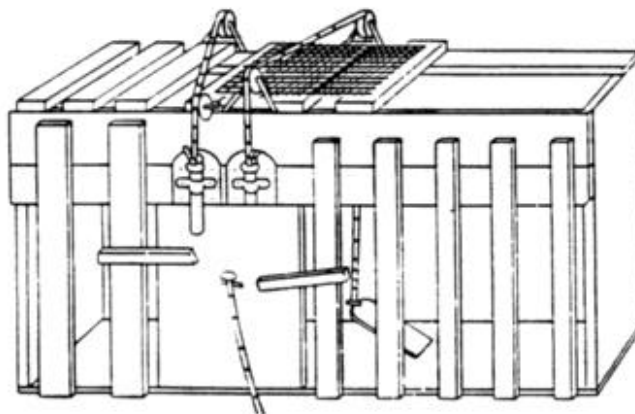
Hacia el cambio de siglo, estaba surgiendo una nueva escuela de conductismo. Como reacción a la subjetividad inherente a la introspección, los conductistas sostenían que el estudio científico de la psicología debía restringirse al estudio de comportamientos observables y a las condiciones de estímulos que los controlan. Hay un artículo que tuvo una extremada influencia, publicado por John B. Watson en 1913, que ofrece una ojeada al credo conductista:

... todas las escuelas de psicología excepto la del conductismo alegan que la "conciencia" es la materia de estudio de la psicología. El conductismo, por el contrario, sostiene que la materia de estudio de la psicología humana es el comportamiento o las actividades del ser humano. El conductismo alega que la "conciencia" no es un concepto ni definible ni utilizable; que es simplemente otra palabra para referirse al "espíritu" de tiempos más antiguos. De esta manera, la vieja psicología está dominada por una clase de sutil filosofía religiosa (p.1).

Apoyados en la tradición empirista, los conductistas concibieron el aprendizaje como un proceso de formación de conexiones entre estímulos y respuestas. Se dio por sentado que la motivación para aprender estaba guiada por impulsos, tales como el hambre, y por la disponibilidad de fuerzas externas, tales como premios y castigos (e.g. Thorndike, 1913; Skinner, 1950).

En un clásico estudio conductista realizado por Edward L. Thorndike (1913), unos gatos hambreados tenían que aprender a halar una cuerda que pendía en una "caja-acertijo", para que una puerta se abriera y les permitiera escapar y obtener comida. ¿Qué estaba involucrado en aprender a escapar de esta manera? Thorndike concluyó que los gatos no pensaron en cómo escapar y luego hacerlo; más bien, su comportamiento fue de ensayo-y-error (ver Cuadro 1.1). Algunas veces, un gato que estaba en la caja-acertijo, accidentalmente haló la cuerda mientras jugaba, y la puerta se abrió y permitió que el gato se escapara. Pero este acontecimiento aparentemente no produjo comprensión alguna de parte del gato, porque, cuando lo introdujeron nuevamente en la caja-acertijo, no haló la cuerda inmediatamente para escapar. En cambio, a los gatos les tomó un número de ensayos aprender por medio del ensayo-y-error. Thorndike arguyó que los premios (e.g. comida) acrecentaron la fortaleza de las conexiones entre estímulos y respuestas. La explicación de los que parecían ser fenómenos complejos de solución de problemas como escaparse de una complicada caja-acertijo podría plantearse, de esta manera, sin recurrir a eventos mentales inobservables tales como pensar.

### CUADRO 1.1: Aprendizaje de un gato



“Cuando se introducía a la caja, el gato mostraba evidentes señales de malestar y el impulso de escapar del confinamiento. Trata de escurrirse a través de cualquier abertura; araña y muerde el alambre; saca sus garras por cualquier abertura y araña todo lo que alcanza... No le presta mucha atención a la comida que está afuera sino que simplemente lucha instintivamente para escaparse del encierro... El gato que está arañando todo en la caja, en su lucha impulsiva probablemente arañará la cuerda o aro o botón de tal manera que la puerta se abrirá. Y gradualmente todos los otros impulsos fallidos se olvidarán y el impulso particular que llevó al acto exitoso se grabará como resultado del placer resultante, hasta que, después de muchos ensayos, el gato, cuando sea introducido a la caja, inmediatamente arañará el botón o aro en forma definitiva” (Thorndike, 1913:13).

Una limitación del conductismo en sus inicios se desprendía de su concentración en las condiciones estímulares observables y los comportamientos asociados con esas condiciones. Esta orientación dificultó el estudio de fenómenos tales como la comprensión, el razonamiento y el pensamiento – fenómenos que son de suma importancia para la educación. Con el tiempo, el conductismo radical (con frecuencia llamado “Conductismo con C mayúscula”) dio paso a una forma más moderada de conductismo (“conductismo con c minúscula”) que preservó el rigor científico de utilizar el comportamiento como datos, pero también permitió hipótesis acerca de estados “mentales” internos, cuando éstos se hicieron necesarios para explicar varios fenómenos (e.g. Hull, 1943; Spence, 1942).

A finales de los años 1950, se hizo cada vez más evidente la complejidad de la comprensión de los humanos y sus ambientes, y surgió un nuevo campo – la ciencia cognitiva. Desde sus comienzos, la ciencia cognitiva abordó el aprendizaje desde una perspectiva multidisciplinaria que incluía la antropología, la lingüística, la filosofía, la psicología del desarrollo, la ciencia de la computación, la neurociencia y varias ramas de la psicología (Norman, 1980, 1993; Newell y Simon, 1972). Nuevas herramientas experimentales, metodologías y maneras de postular teorías les posibilitaron a los científicos comenzar el estudio serio del funcionamiento de la mente: poner a prueba sus teorías en lugar de simplemente especular acerca del pensamiento y el aprendizaje (véanse, por ejemplo, Anderson, 1982, 1987; deGroot, 1965, 1969; Newell y Simon, 1972; Ericsson y Charness, 1994), y, en años recientes, desarrollar alguna comprensión de la importancia de los contextos sociales y culturales del aprendizaje (e.g. 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 acerca del aprendizaje que complementan y enriquecen las tradiciones de investigación experimental (Erickson, 1986; Hammersly y Atkinson, 1983; Heath, 1982; Lincoln and Guba, 1985; Marshall y Rossman, 1955; Miles y Huberman, 1984; Spradley, 1979).

## APRENDIZAJE CON COMPRENSIÓN

Uno de los rasgos distintivos de la nueva ciencia del aprendizaje es su énfasis en el aprendizaje con comprensión. Intuitivamente, la comprensión es buena, pero ha sido difícil estudiarla desde una perspectiva científica. Al mismo tiempo, con frecuencia los estudiantes tienen oportunidades limitadas para comprender o darles sentido a algunos temas, porque muchos currículos han enfatizado la memoria más que la comprensión. Los textos escolares están llenos de hechos que se espera que los estudiantes memoricen; y la mayoría de las pruebas académicas evalúa las habilidades de los estudiantes para recordar los hechos. Cuando están estudiando acerca de las venas y las arterias, por ejemplo, posiblemente se espere que los estudiantes recuerden que las arterias son más gruesas que las venas, más elásticas, y que llevan sangre desde el corazón; las venas llevan sangre de vuelta al corazón. Un punto de un test sobre esta información puede tomar una forma como la siguiente:

1. Las arterias
  - a. son más elásticas que las venas
  - b. llevan sangre que es bombeada 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 pensar y resolver problemas. La investigación en experticia en áreas tales como el ajedrez, la historia, las ciencias y las matemáticas demuestra que las habilidades de los expertos para pensar y resolver problemas dependen fuertemente de un amplio cuerpo de conocimiento en la materia de estudio (e.g. Chase y Simon, 1973; Chi et al., 1981; deGroot, 1965). Sin embargo, la investigación muestra igualmente que el “conocimiento utilizable” no es lo mismo que una mera lista de datos desconectados. El conocimiento de los expertos está conectado y organizado en torno a conceptos importantes (e.g. la segunda ley del movimiento, de Newton); esta en condición (“conditionalized”) de especificar los contextos en los que es aplicable; da apoyo a la comprensión y la transferencia (a otros contextos) más que a la sola habilidad de recordar.

Por ejemplo, quienes saben de venas y arterias van más allá de los hechos anotados anteriormente: ellos comprenden también por qué las venas y las arterias tienen propiedades particulares. Saben que la sangre que es bombeada del corazón sale en borbotones y que la elasticidad de las arterias ayuda a ajustar los cambios de presión. Saben que la sangre que sale del corazón necesita moverse tanto hacia arriba (hacia el cerebro) como hacia abajo, y que la elasticidad de una arteria le permite funcionar como una válvula unidireccional que se cierra al final de cada borbotón e impide que la sangre se devuelva. Como comprenden las relaciones que median entre la estructura y la función de las venas y las arterias, las personas conocedoras tienen más probabilidad de poder usar lo que han aprendido, para resolver problemas nuevos –mostrar evidencia de transferencia. Por ejemplo, suponga que a usted le piden que diseñe una arteria artificial -- ¿Tendrá que ser elástica? ¿Por qué sí o por qué no? La comprensión de las razones para las propiedades de las arterias sugiere que la elasticidad puede no ser necesaria --el problema puede resolverse creando un conducto que sea lo suficientemente fuerte para manejar la presión de los borbotones provenientes del corazón y funcionar a la vez como una válvula unidireccional. La comprensión de las venas y las arterias no garantiza una respuesta a esta pregunta de diseño, pero sí sirve de base para pensar en alternativas que no se encuentran fácilmente si uno solamente memoriza datos (Bransford y Stein, 1993).

## CONOCIMIENTO PREEXISTENTE

El énfasis en la comprensión conduce a una de las características fundamentales de la nueva ciencia del aprendizaje: su concentración en los procesos de conocimiento (e.g. Piaget, 1978; Vygotsky, 1978). Se ve a los humanos como agentes que persiguen metas, que activamente buscan información. Llegan a la educación formal con una gama de saberes, destrezas, creencias y conceptos previos que influyen significativamente en lo que perciben acerca del ambiente, y en cómo lo organizan e interpretan. Esto, a la vez, afecta sus habilidades para recordar, razonar, resolver problemas y adquirir conocimiento nuevo.

Hasta los niños pequeños son aprendices activos que traen un punto de vista al escenario de aprendizaje. El mundo al que ingresan no es una “creciente y bulliciosa confusión” (James, 1890), donde cada estímulo tiene la misma importancia. Más bien, el cerebro de un infante les da prelación a ciertas clases de información: el lenguaje, los conceptos básicos de número, las propiedades físicas y el movimiento de objetos animados e inanimados. En el sentido más general, la visión contemporánea del aprendizaje es que la gente construye conocimiento nuevo y comprensión, tomando como base lo que ya sabe y cree (e.g. Cobb, 1994; Piaget, 1952, 1973a,b, 1977, 1978; Vygotsky, 1962, 1978). Este aspecto está ilustrado en un clásico libro infantil (ver Cuadro 1.2).

Una extensión lógica de la concepción de que el conocimiento nuevo debe construirse a partir del conocimiento preexistente es que los maestros necesitan prestar atención a las comprensiones incompletas, a las falsas creencias y a las versiones ingenuas de conceptos con los que los aprendices llegan a abordar una materia de estudio. Los maestros deben, entonces, partir de aquellas ideas, de tal manera que ayuden a cada estudiante a lograr una comprensión más madura. Si se ignoran las ideas y creencias iniciales de los estudiantes, las comprensiones que ellos realizan pueden ser muy diferentes de las que el profesor se propone alcanzar.

Piénsese en el reto de trabajar con niños que creen que la tierra es plana, para intentar ayudarles a comprender que es esférica. Cuando se les dice que es redonda, los niños se imaginan la tierra más como un panqueque que como una esfera (Vosniadou y Brewer, 1989). Si después se les dice que es redonda como una esfera, interpretan la nueva



información acerca de una tierra esférica a la luz de su imagen de tierra plana, y se representan una superficie plana como la de un panqueque dentro de una esfera o sobre ella, con los humanos parados encima del panqueque. La construcción que, de sus nuevas comprensiones, hacen los niños ha sido guiada por un modelo de la tierra que les ayudó a explicar cómo es posible que ellos se paren o caminen en su superficie; y un modelo esférico no se acomodaba a su modelo mental. A la manera de *Fish is Fish (Pez es Pez)*, todo lo que los niños oyeron se incorporó en esa visión preexistente del mundo.

*Fish is Fish* tiene aplicación no solamente en el caso de niños pequeños sino en aprendices de todas las edades. Por ejemplo, con frecuencia, estudiantes universitarios han desarrollado creencias acerca de fenómenos físicos y biológicos que se acomodan a sus experiencias pero no encuadran en las explicaciones científicas de estos fenómenos. Para que los estudiantes cambien sus creencias, es necesario confrontar estas concepciones preexistentes (e.g. Confrey, 1990; Mestre, 1994; Minstrell, 1989; Redish, 1996).

### CUADRO 1.2: Fish is Fish

*Fish is Fish* (Lionni, 1970) describe un pez que está vivamente interesado en aprender acerca de lo que acontece en tierra firme, pero no puede explorar la tierra porque él puede respirar solamente en el agua. Se hace amigo de un renacuajo que se transforma en una rana y que finalmente sale a tierra. Unas pocas semanas después, la rana regresa al estanque y narra lo que ha visto. La rana describe toda clase de objetos como aves, vacas y personas. El libro está ilustrado con dibujos de las representaciones que el pez se hace con cada una de estas descripciones: cada uno de los objetos tiene forma como de pez que se adapta ligeramente para acomodarse a las descripciones de la rana – se imagina a las personas como peces que caminan en sus aletas posteriores; las aves son peces con alas; las vacas son peces con ubres. Este cuento ilustra tanto las oportunidades como los peligros inherentes al hecho de que la gente construye conocimiento nuevo basado en su saber del momento.



Una concepción errónea y común relacionada con las teorías “constructivistas” del conocimiento (que se usa el saber existente para construir conocimiento nuevo) es que los maestros nunca deben decirles nada directamente a los estudiantes sino, más bien, deben siempre permitirles construir su conocimiento por sí mismos. Esta perspectiva confunde una teoría de la pedagogía (la enseñanza) con una teoría del conocimiento. Los constructivistas parten de la base de que todo conocimiento se construye sobre los saberes previos, independientemente de cómo le enseñan a uno (e.g. Cobb, 1994) –hasta escuchar una lectura incluye intentos activos de construir conocimiento nuevo. *Fish is Fish* (Lionni, 1970) e intentos de enseñarles a los niños que la tierra es redonda (Vosniadou y Brewer, 1989) muestran por qué el simple hecho de ofrecer conferencias frecuentemente no funciona. No obstante, hay ocasiones, generalmente después de que las personas ya han estado bregando por su cuenta con los temas problemáticos, en que puede funcionar tremendamente bien “enseñar contando” (e.g. Schwartz y Bransford, 1998). Sin embargo, aun así, los maestros necesitan prestarles atención a las interpretaciones de los estudiantes y orientarlos cuando sea necesario.

Hay mucha evidencia de que el aprendizaje se incrementa cuando los maestros prestan atención a los saberes y creencias con que los aprendices llegan a una tarea de aprendizaje; usan estos conocimientos como punto de partida para la instrucción nueva; y hacen un seguimiento constante de las concepciones cambiantes de los estudiantes a medida que avanza la instrucción. Por ejemplo, se mostró que a unos alumnos de sexto grado de una escuela suburbana a quienes se les había impartido instrucción en física con un método basado en la investigación, en problemas conceptuales de la física, les fue mejor que a estudiantes de física de los grados 11 y 12 que habían recibido instrucción con métodos convencionales, en el mismo sistema escolar. Un segundo estudio que comparó estudiantes urbanos de 7° a 9° grados con estudiantes suburbanos de física, de los grados 11 y 12, mostró una vez más que los estudiantes más jóvenes, a quienes se les enseñó con el enfoque centrado en la investigación, comprendieron mejor los principios de la física (White y Frederickson, 1997, 1998). Currículos nuevos para niños pequeños también han mostrado

resultados que son tremendamente prometedores: por ejemplo, un nuevo enfoque de la enseñanza de la geometría les ayudó a unos niños de segundo grado a aprender a representar y visualizar formas tridimensionales en maneras que sobrepasaban las destrezas de un grupo de comparación conformado por estudiantes de pregrado de una destacada universidad (Lehrer y Chazan, 1998). De manera similar, se les ha enseñado a niños pequeños a demostrar formas poderosas de generalizaciones tempranas de la geometría (Lehrer y Chazan, 1998) y generalizaciones acerca de las ciencias (Schauble et al., 1995; Warren y Roseberry, 1996).

## APRENDIZAJE ACTIVO

Los nuevos desarrollos en la ciencia del aprendizaje también resaltan la importancia de ayudar a la gente a asumir el control de su propio aprendizaje. Puesto que a la comprensión se le da igual importancia, la gente debe aprender a reconocer cuándo entiende y cuándo necesita más información. ¿Qué estrategias podrían emplear para evaluar si comprenden lo que alguien les está tratando de comunicar? ¿Qué clase de evidencia necesitan para aceptar argumentos particulares? ¿Cómo pueden construir sus propias teorías de fenómenos y someterlas a pruebas efectivas?

Muchas actividades importantes que dan sustento al aprendizaje activo se han estudiado bajo el título de "metacognición", un tema que se discute más detalladamente en los Capítulos 2 y 3. La metacognición hace referencia a las habilidades que tiene la gente para predecir sus desempeños en tareas variadas (e.g. qué tan bien podrá recordar varios estímulos) y monitorear sus niveles actuales de dominio y comprensión (e.g. Brown, 1975; Flavell, 1973). Entre las prácticas docentes compatibles con un enfoque metacognitivo del aprendizaje están aquellas que se centran en la generación de sentido, la autoevaluación y la reflexión acerca de lo que arrojó buenos resultados y de lo que necesita mejorarse. Se ha demostrado que estas prácticas elevan en los estudiantes el grado de transferencia de su aprendizaje a nuevos escenarios y acontecimientos (e.g. Palincsar y Brown, 1984; Scardamalia et al., 1984; Schoenfeld, 1983, 1985, 1991).

Imaginense tres docentes cuyas prácticas inciden en si los estudiantes aprenden a tomar el control de su propio aprendizaje (Scardamalia y Bereiter, 1991). El objetivo del Profesor A es lograr que los estudiantes produzcan algún trabajo; esto se logra por medio de la supervisión y el control de la calidad del trabajo realizado por los estudiantes. El eje está en las actividades, que pueden ir, indistintamente, desde las actividades de un libro de trabajo al estilo antiguo hasta los proyectos más en boga de la era espacial. El Profesor B asume la responsabilidad por lo que los estudiantes están aprendiendo en el desarrollo de sus actividades. El Profesor C hace lo mismo, pero con el objetivo adicional de ir pasando continuamente una mayor responsabilidad del proceso de aprendizaje a los estudiantes. Al entrar a un salón de clase, no se puede diferenciar entre estas tres clases de maestros. Una de las situaciones que posiblemente se vean es que los estudiantes están trabajando en grupos para producir videos o presentaciones de multimedia. Es probable que se encuentre al profesor pasando de un grupo a otro, revisando cómo va el trabajo y respondiendo a los llamados de los estudiantes. Con el paso de unos pocos días, sin embargo, las diferencias entre el Profesor A y el Profesor B tal vez se hagan evidentes. El Profesor A se concentra totalmente en el proceso de producción y sus productos –si los estudiantes están trabajando, si todo mundo está recibiendo un trato justo y si están logrando buenos productos. El Profesor B también le presta atención a todo esto; pero igualmente le presta atención a lo que los estudiantes están aprendiendo de la experiencia, y toma medidas para asegurarse de que están procesando contenidos y no simplemente involucrados en un espectáculo. Para ver una diferencia entre los Profesores B y C, sin embargo, quizás se necesite remontarse en la historia del proyecto de la producción con los medios. ¿Qué le dio origen, en primer lugar? ¿Se concibió desde el comienzo como una actividad de aprendizaje o surgió de los propios esfuerzos de construcción de conocimiento de los estudiantes? En un llamativo ejemplo de aula de Profesor C, los estudiantes habían estado estudiando las cucarachas y habían aprendido tanto, a través de su lectura y observación, que querían compartir su saber con el resto de la escuela; para lograr ese propósito, surgió la producción de un video (Lamon et al., 1997).

Las diferencias, en lo que podría parecer ser la misma actividad son, pues, bastante profundas. En el aula del Profesor A, los estudiantes están aprendiendo algo de producción con los medios. Pero la producción con los medios perfectamente puede estar obstaculizando el aprendizaje de algo más. En el aula del Profesor B, el maestro está trabajando para asegurarse de que se logren los propósitos educativos originales de la actividad; de que no se convierta en un mero ejercicio de producción con los medios. En el aula del Profesor C, la producción con los medios forma un continuo con el aprendizaje que está incorporado en la producción con los medios, y es fruto directo de tal aprendizaje. La mayor parte del trabajo del Profesor C se ha hecho antes de que ni siquiera haya surgido la idea de realizar una producción con los medios, y se mantiene solamente para ayudar a los estudiantes a no perder de vista sus propósitos durante el desarrollo de su proyecto.



Estos hipotéticos docentes –A, B y C—son modelos abstractos que, desde luego, representan maestros reales solamente en parte, y más en algunos días que en otros. No obstante, permiten dar una importante mirada a las conexiones que existen entre los objetivos para el aprendizaje y las prácticas pedagógicas que pueden afectar las habilidades de los estudiantes para lograr estos objetivos.

## IMPLICACIONES PARA LA EDUCACIÓN

En general, la nueva ciencia del aprendizaje está comenzando a aportar conocimiento que ayude a mejorar de manera significativa las habilidades de las personas para convertirse en aprendices activos que buscan comprender materias de estudio complejas, y que están mejor preparados para transferir, a problemas y escenarios nuevos, lo que han aprendido. Lograr esto es un enorme reto (e.g. Elmore et al., 1996), pero no es imposible. La naciente ciencia del aprendizaje subraya la importancia de pensar en otra forma lo que se enseña, cómo se enseña y cómo se evalúa el aprendizaje. Estas ideas se elaboran a lo largo de este libro.

## UNA CIENCIA EN EVOLUCIÓN

Este libro sintetiza la base científica del aprendizaje. Los logros científicos incluyen una comprensión más completa de: (1) la memoria y la estructura del conocimiento; (2) solución de problemas y razonamiento; (3) los fundamentos iniciales del aprendizaje; (4) procesos reguladores que rigen el aprendizaje, entre los que se incluye la metacognición; y (5) cómo surge el pensamiento simbólico a partir de la cultura y la comunidad del aprendiz.

Estas características claves de la pericia aprendida, de ninguna manera alcanzan a llegar a las profundidades de la cognición y del aprendizaje humanos. Lo que se ha aprendido acerca de los principios que guían algunos aspectos del aprendizaje no constituye una visión completa de los principios que rigen todos los dominios del aprendizaje. Las bases científicas, aunque no son superficiales en sí mismas, sí representan solamente un nivel superficial de una comprensión completa del tema. Se han examinado en profundidad solamente unos pocos dominios del aprendizaje, tal como puede apreciarse en este libro; y nuevas áreas que van surgiendo, tales como las tecnologías interactivas (Greenfield y Cocking, 1996), están poniendo en tela de juicio generalizaciones de estudios de investigaciones anteriores.

A medida que los científicos continúan estudiando el aprendizaje, van apareciendo nuevos procedimientos y metodologías de investigación, tal como la investigación en el modelado computacional, que probablemente modifiquen las concepciones teóricas que, del aprendizaje, se tienen actualmente. El trabajo científico abarca una amplia gama de temas de la cognición y la neurociencia en el aprendizaje, la memoria, el lenguaje y el desarrollo cognitivo. Estudios de procesamiento distribuido en paralelo, por ejemplo McClelland et al. (1995), Plaut et al. (1996), Munakata et al. (1997), McClelland y Chappell (1998) ven el aprendizaje como algo que ocurre mediante la adaptación de conexiones entre neuronas participantes. La investigación está diseñada para desarrollar modelos computacionales que permitan refinar y extender principios básicos; e igualmente para aplicar los modelos a problemas sustanciales de investigación mediante experimentos con comportamientos, simulaciones en el computador, imágenes funcionales del cerebro y análisis matemáticos. De esta manera, estos estudios están contribuyendo a la modificación tanto de la teoría como de la práctica. Los nuevos modelos abarcan también el aprendizaje en la edad adulta, con lo que se agrega una importante dimensión a la base del conocimiento científico.

## HALLAZGOS CLAVES

Este libro ofrece una visión panorámica de la investigación acerca de aprendices y aprendizaje, y de docentes y docencia. Aquí se destacan tres hallazgos, que tienen tanto una sólida base de investigación que los respalda como fuertes implicaciones para la forma en que enseñamos.

**1. Los estudiantes llegan al aula con concepciones previas acerca de cómo funciona el mundo. Si no se incorpora al estudio esta comprensión inicial, es posible que ellos no asimilen los nuevos conceptos e información que se les están enseñando; o puede suceder que los aprendan para responder un examen, pero que, fuera del aula, regresen a sus concepciones previas.**

La investigación del aprendizaje inicial sugiere que el proceso de darle sentido al mundo comienza a una edad muy temprana. Los niños, durante los años preescolares, comienzan a construir comprensiones refinadas (sean exactas o no) de los fenómenos que ocurren en su entorno (Wellman, 1990). Esas comprensiones iniciales pueden tener un efecto poderoso en la integración de los nuevos conceptos e información. A veces esas comprensiones son exactas y

proporcionan una base para la construcción del conocimiento. Pero a veces son inexactas (Carey y Gelman, 1991). En las ciencias, los estudiantes, con frecuencia, tienen concepciones erróneas de propiedades físicas que no pueden observarse con facilidad. En las humanidades, es frecuente que sus concepciones previas incluyan estereotipos o simplificaciones, como cuando la historia (<http://www.eduteka.org/ComoAprendenLosEstudiantes.php>) se entiende como una lucha entre tipos buenos y tipos malos (Gardner, 1991). Un rasgo crítico de la enseñanza eficaz es que ella saca a flote la comprensión previa que los estudiantes tienen de la materia de estudio que se va a enseñar, y les ofrece oportunidades para construir a partir de ella --o la pone a prueba. James Minstrell, un profesor de física de enseñanza media, describe el proceso de la siguiente manera (Minstrell, 1989:130-131):

*Las ideas iniciales de los estudiantes acerca de la mecánica son como hilazas: unas sueltas, otras flojamente entretrajidas. El acto de la instrucción puede verse en términos de ayudar a los estudiantes a desenredar hebras de creencia, rotularlas y luego tramarlas en un tejido de comprensión más completa. En lugar de negar la pertinencia de una creencia, los maestros harían una mejor labor si les ayudaran a los estudiantes a ver las diferencias que existen entre sus ideas del momento y las creencias conceptuales más parecidas a las de los científicos, y a integrarlas dentro de éstas.*

Las concepciones del mundo que los niños traen al aula pueden ser ya bastante poderosas en los años iniciales. Por ejemplo, se ha encontrado que algunos niños se aferran a su concepción previa de una tierra plana, e imaginan una tierra redonda que tiene la forma de un panqueque (o tortica) (Vosniadou y Brewer, 1989). Esta construcción de una nueva comprensión está guiada por un modelo de la tierra que le ayuda al niño a explicar cómo puede la gente pararse o caminar en su superficie. Muchos niños de poca edad tienen dificultad para dejar a un lado la noción de que un octavo es mayor que un cuarto, porque 8 es mayor que 4 (Gelman y Gallistel, 1978). Si los niños fueran tabulas rasas, sería adecuado decirles que la tierra es redonda o que un cuarto es mayor que un octavo. Pero puesto que ellos ya tienen ideas acerca de la tierra y acerca de los números, aquellas ideas deben confrontarse directamente para transformarlas o para ampliarlas.

Sacar conclusiones y trabajar con comprensiones preexistentes son realizaciones importantes para aprendices de todas las edades. Numerosos experimentos de investigación demuestran la persistencia de comprensiones preexistentes entre estudiantes mayores, aun después de que se ha enseñado un nuevo modelo que contradice la visión del mundo ingenua. Por ejemplo, en un estudio de estudiantes de física de universidades selectas, tecnológicamente orientadas, Andrea Di Sessa (1982) instruyó a los sujetos para ejecutar un juego computarizado que requería que ellos dirigieran un objeto simulado por computador y llamado dinatortuga para que diera en el blanco, y lo hiciera a una velocidad mínima al momento del impacto. A los participantes se les explicó el juego y se les permitió, antes de comenzar su actuación, hacer un ensayo manual consistente en aplicar unos pocos golpecitos con un pequeño mazo de madera a una bola de tenis, sobre una mesa. El mismo juego fue ejecutado también por niños de educación elemental. DiSessa halló que ambos grupos de estudiantes fallaron lamentablemente. Para tener éxito se hubiera requerido demostrar comprensión de las leyes del movimiento, de Newton. A pesar de su entrenamiento, los estudiantes universitarios de física, al igual que los niños de educación elemental, dirigieron la dinatortuga directamente al objetivo, sin tomar en cuenta el ímpetu. La investigación posterior de una estudiante universitaria que participó en el estudio reveló que ella sabía las propiedades y fórmulas físicas, pero, en el contexto del juego, retrocedió a su concepción ingenua de cómo funciona el mundo físico.

Estudiantes de diversas edades persisten en sus creencias de que las estaciones son causadas por la distancia de la tierra al sol, y no por la inclinación de la tierra (Schneps y Sadler, 1987); o que, sobre un objeto que haya sido lanzado al aire, actúan tanto la fuerza de gravedad como la fuerza de la mano, a pesar de que se les haya enseñado algo diferente (Clement, 1982). Para que la comprensión científica reemplace a la visión ingenua, los estudiantes deben hacer manifiesta la última y tener la oportunidad de ver en qué es insuficiente.

**2. Para desarrollar la competencia en un área de investigación, los estudiantes deben: (a) tener una base profunda de saberes factuales; (b) comprender hechos e ideas en el contexto de un marco conceptual; y (c) organizar los saberes en formas que faciliten el acceso a ellos y su aplicación.**

Este principio surge de la investigación que compara el desempeño de expertos con el de novatos, y de la investigación sobre el aprendizaje y la transferencia. Los expertos, independientemente del campo, siempre apelan a una base de información ricamente estructurada; no son simplemente "buenos pensadores" o "gente despierta". La habilidad para planear una tarea, para reconocer patrones, para generar argumentos y explicaciones razonables, y para establecer analogías con otros problemas está imbricada con el saber factual, más de lo que alguna vez se haya creído.

Pero no basta el conocimiento de un gran conjunto de datos desconectados. Para desarrollar la competencia en una área de investigación, los estudiantes deben tener oportunidades de aprender con comprensión. La comprensión

profunda de la materia de estudio transforma la información factual en saber utilizable. Una diferencia bien marcada entre expertos y novatos es que el dominio que los expertos tienen de los conceptos da forma a su comprensión de la información nueva: les permite ver patrones, relaciones o discrepancias que no son aparentes para los novatos. Ellos no necesariamente tienen mejores memorias globales que otras personas. Pero su comprensión conceptual les permite recuperar un nivel de significación, de la información, que no es aparente para los novatos; y esto les ayuda a seleccionar y recordar información pertinente. Los expertos también pueden acceder con agilidad a conocimientos pertinentes, porque su comprensión de la materia les permite identificar rápidamente lo que es pertinente. En consecuencia, su atención no se recarga con eventos complejos.

En la mayoría de áreas de estudio en la educación de Kinder a Grado 12, los estudiantes comenzarán como novatos; tendrán ideas informales acerca de la materia de estudio, y cambiarán en la cantidad de información que han adquirido. La empresa de la educación puede verse como una en la que se conduce a los estudiantes en la dirección de una comprensión más formal (o mayor experticia). Esto requerirá tanto de una profundización de la base de información como del desarrollo de un marco conceptual para esa materia de estudio.

La geografía puede utilizarse para ilustrar la manera en que la experticia se organiza alrededor de principios que sustentan la comprensión. Un estudiante puede aprender a llenar un mapa con los respectivos nombres de lugares, mediante la memorización de estados, ciudades, países, etc., y puede completar la tarea con un alto nivel de exactitud. Pero si se borran las fronteras, el problema se hace mucho más difícil. La información del estudiante no está apoyada en conceptos. Un experto que comprende que, con frecuencia, las fronteras se desarrollaron porque los fenómenos naturales (como las montañas o las masas de agua) separaron a la gente; y que las grandes ciudades, con frecuencia, surgieron en lugares que permitían el comercio (a lo largo de ríos, grandes lagos y en puertos costeros) fácilmente superará al novato. Mientras más desarrollada sea la comprensión conceptual de las necesidades de las ciudades y de la base de los recursos que atrajeron a la gente hacia ellas, más significativo se hace el mapa. Los estudiantes pueden hacerse más expertos si la información geográfica que se les enseña se ubica en el marco conceptual apropiado.

Un hallazgo clave, en la literatura del aprendizaje y la transferencia, es que la organización de la información en un marco conceptual permite una mayor "transferencia"; es decir, le permite al estudiante aplicar a nuevas situaciones lo que ha aprendido, y aprender más rápido información relacionada (ver Cuadro 1.3). El estudiante que ha aprendido, en un marco conceptual, información geográfica para las Américas, emprende la tarea de aprender la geografía de otra parte del globo con preguntas, ideas y expectativas que ayudan a guiar la adquisición de la nueva información. La comprensión de la importancia geográfica del Río Mississippi monta el escenario para que el estudiante comprenda la importancia geográfica del Nilo. Y, a medida que se refuerzan los conceptos, el estudiante transferirá el saber más allá del aula, observando e indagando, por ejemplo, acerca de los rasgos geográficos que ayuden a explicar la ubicación y tamaño de una ciudad que visite (Holyoak, 1984; Novick y Holyoak, 1991).

### **3. Un enfoque "metacognitivo" de la instrucción puede ayudar a los estudiantes a aprender a asumir el control de su propio aprendizaje, por medio de la definición de metas, y de la permanente vigilancia de su progreso hacia el logro de ellas.**

En una investigación con expertos a quienes se les pidió que comunicaran su pensamiento mientras trabajaban, se reveló que ellos vigilaban cuidadosamente su propia comprensión, tomando nota de cuándo se requería información adicional para comprender, de si la información nueva era consistente con lo que ya ellos sabían, y qué analogías podrían establecerse que pudieran ayudar a profundizar en su comprensión. Estas actividades de rastreo metacognitivo son un importante componente de lo que se llama experticia de adaptación (Hatano e Inagaki, 1986).

#### **CUADRO 1.3: Lanzando dardos bajo el agua**

En uno de los más famosos estudios iniciales en los que se comparan los efectos de aprender un procedimiento, con [los efectos de] el aprendizaje con comprensión, dos grupos de niños lanzaron dardos a un blanco bajo el agua (descrito en Judd, 1908; véase una réplica conceptual por Hendrickson y Schroeder, 1941). Un grupo recibió una explicación acerca de la refracción de la luz, la que hace que la ubicación del blanco sea engañosa. El otro grupo solamente lanzó dardos, sin que recibieran la explicación. Los dos grupos tuvieron igual desempeño en la tarea de práctica, que tenía que ver con un blanco a 12 pulgadas bajo el agua. Pero el grupo al que se le había dado la instrucción acerca del principio abstracto tuvo un desempeño mucho mejor cuando tuvo que pasar a una situación en la que el blanco estaba a solamente 4 pulgadas bajo el agua. Como había comprendido lo que estaba haciendo, el grupo que había recibido instrucción acerca de la refracción de la luz pudo acomodar su comportamiento a la nueva tarea.

Como la metacognición frecuentemente toma la forma de una conversación interior, fácilmente puede darse por sentado que los individuos desarrollarán el diálogo interior por sí solos. Sin embargo, muchas de las estrategias que

nosotros empleamos para pensar reflejan normas culturales y métodos de investigación (Hutchins, 1995; Brice-Heath, 1981, 1983; Suina y Smolkin, 1994). La investigación ha demostrado que a los niños pueden enseñárseles estas estrategias, entre las que se incluyen la habilidad para predecir resultados, ensayar sus propias explicaciones para mejorar la comprensión, detectar las fallas de comprensión, activar saberes acumulados, planear con anticipación y administrar el tiempo y la memoria. La enseñanza recíproca, por ejemplo, es una técnica diseñada para mejorar la comprensión de lectura de los estudiantes, técnica mediante la cual se les ayuda a explicar, elaborar y controlar su comprensión al leer (Palincsar y Brown, 1984). El modelo para emplear las estrategias metacognitivas es planteado inicialmente por el profesor; y los estudiantes practican y discuten las estrategias a medida que aprenden a usarlas. Al final, los estudiantes pueden ser sus propios consuetas y controlar su comprensión sin la ayuda del profesor.

La enseñanza de actividades metacognitivas debe incorporarse en la materia académica que los estudiantes están aprendiendo (White y Frederickson, 1998). Estas estrategias no son genéricas para todas las materias. Tratar de enseñarlas de manera genérica puede llevar a una ausencia de transferencia. Se ha demostrado que enseñar estrategias metacognitivas en contexto mejora la comprensión en la física (White y Frederickson, 1998), en la composición escrita (Scardamalia et al., 1984), y en métodos heurísticos para la solución de problemas (Schoenfeld, 1983, 1984, 1991). Y se ha demostrado que las prácticas metacognitivas incrementan el nivel en que los estudiantes transfieren su conocimiento a nuevos escenarios y acontecimientos (Lin y Lehman, próximo a ser publicado; Palincsar y Brown, 1984; Scardamalia et al., 1984; Schoenfeld, 1983, 1984, 1991).

Cada una de estas técnicas comparte una estrategia de enseñanza y modelado del proceso de generación de enfoques alternos (al desarrollo de una idea por escrito o una estrategia para resolver problemas en matemáticas), de la evaluación de sus méritos para contribuir al logro de un objetivo, y de la vigilancia del progreso en la consecución de esa meta. Se hace uso de discusiones en clase como apoyo del desarrollo de destrezas, con lo que se apunta al logro de la independencia y la autorregulación.

## IMPLICACIONES PARA LA ENSEÑANZA

Los tres principios fundamentales del aprendizaje anteriormente descritos, aunque parecen sencillos, tienen profundas implicaciones para la empresa de enseñar y formar maestros.

### **1. Los maestros deben informarse de las concepciones preexistentes que los estudiantes traen al aula, y trabajar con ellas.** Esto requiere que:

- Se reemplace el modelo que se tiene del niño como una vasija vacía que debe llenarse con conocimientos impartidos por el maestro. En cambio, el maestro debe indagar activamente en cuanto al pensamiento de los estudiantes, mediante el diseño de tareas y el establecimiento de condiciones en el aula a través de las que pueda hacerse manifiesto el pensamiento de los estudiantes. Las concepciones iniciales de los estudiantes proporcionan la base sobre la que se construye la comprensión más formal de la materia de estudio.
- Los papeles de la evaluación deben ampliarse más allá del concepto tradicional de las pruebas (o exámenes). El uso de la evaluación formadora frecuente ayuda a que el pensamiento de los estudiantes se haga visible para ellos mismos, para sus compañeros y para su profesor. Esto permite la retroalimentación que oriente la modificación y el refinamiento del pensamiento. Dado el objetivo de aprender con comprensión, las evaluaciones deben propiciar la comprensión, y no la mera habilidad de repetir datos o desempeñarse en destrezas aisladas.
- Las escuelas de educación deben ofrecerles a los docentes principiantes, oportunidades para aprender a: (a) reconocer, en los estudiantes, concepciones previas predecibles que hacen retador el dominio de la materia de estudio; (b) descubrir concepciones previas que no son predecibles; y (c) trabajar con concepciones previas, para que los niños construyan sobre ellas; cuestionarlas; y, cuando sea adecuado, reemplazarlas.

### **2. Los maestros deben enseñar alguna materia académica en profundidad, ofreciendo muchos ejemplos en los que opera el mismo concepto y proporcionando una sólida base de conocimientos factuales.** Esto requiere que:

- Se cambie, de un cubrimiento superficial de todos los temas de una materia, a un cubrimiento en profundidad de menos temas que permita la comprensión de conceptos claves en esa disciplina. Desde luego que no tiene que abandonarse la meta de cubrimiento. Pero debe haber un número suficiente de casos de estudio en profundidad, para permitir que los estudiantes asimilen los conceptos definitorios en dominios específicos contenidos en una disciplina. Además, con frecuencia, el estudio en profundidad en un dominio requiere que el estudio de las ideas se extienda por más de un año escolar antes de que los estudiantes puedan hacer la

transición de ideas informales a ideas formales. Esto requerirá de la coordinación activa del currículo a través de los años de estudio.

- Los mismos maestros lleguen a la docencia con la experiencia del estudio en profundidad del área de conocimiento. Antes de que pueda desarrollar herramientas pedagógicas poderosas, el maestro o la maestra debe estar familiarizado(a) con el progreso de la investigación y los términos del discurso en la disciplina; también, debe comprender la relación que existe entre la información y los conceptos que ayudan a organizar esa información en la disciplina. Pero es igualmente importante que el maestro se dé cuenta del crecimiento y desarrollo del pensamiento de los estudiantes respecto de estos conceptos. Esto último es esencial para el desarrollo de la experticia en docencia, pero no de la experticia en la disciplina. Puede requerir, por consiguiente, de cursos, o complementos de cursos, que estén diseñados específicamente para docentes.
- La evaluación que se hace con propósitos de establecer responsabilidades (e.g. evaluaciones para todo el estado) debe examinar la comprensión profunda más que los conocimientos superficiales. Los instrumentos de evaluación son, con frecuencia, el parámetro de acuerdo con el que se hace responsables (de los logros/fracasos) a los profesores. Al docente se le pone en problemas si se le pide que enseñe para la comprensión conceptual profunda, pero al hacer esto produce estudiantes que tienen un bajo rendimiento en las pruebas estandarizadas. A menos que los nuevos instrumentos de evaluación estén acordes con las nuevas concepciones de la enseñanza, es probable que éstas no encuentren apoyo ni en las escuelas ni en los padres de familia. Este objetivo es tan importante como difícil de alcanzar. Puede ser que el formato de las pruebas estandarizadas estimule más la medición del saber de datos que la comprensión de conceptos; pero también facilita la calificación objetiva. La medición de la profundidad de comprensión puede presentar retos a la objetividad. Hace falta trabajar mucho para minimizar el conflicto entre evaluar profundidad y evaluar objetivamente.

**3. La enseñanza de destrezas comunicativas debería incorporarse en el currículo de una variedad de materias de estudio.** Dado que la metacognición toma con frecuencia la forma de un diálogo interior, puede suceder que muchos estudiantes no sean conscientes de su importancia, a menos que el proceso sea explícitamente enfatizado por los profesores. El énfasis en la metacognición debe acompañar a la instrucción en cada una de las disciplinas, porque el tipo de seguimiento que se requiere va a variar. En historia, por ejemplo, el estudiante podría estar preguntándose: “¿Quién escribió este documento y cómo puede eso afectar la interpretación de los hechos?”; en tanto que en física el estudiante podría estar observando su comprensión del principio físico subyacente que está operando.

- Integrar la instrucción metacognitiva con el aprendizaje basado en la disciplina [intelectual] puede incrementar los logros estudiantiles y desarrollar en los estudiantes la habilidad para aprender en forma independiente. Debería incorporarse conscientemente en los currículos de todas las disciplinas y niveles de edades.
- Desarrollar estrategias metacognitivas fuertes y aprender a enseñar esas estrategias en el ambiente del aula deben ser estándares del currículo en las escuelas de educación.

La evidencia aportada por la investigación indica que cuando estos tres principios se incorporan en la docencia, mejora el logro estudiantil. Por ejemplo, el Thinker Tool Curriculum [‘Currículo de Herramientas del Pensador’] para enseñar física en un ambiente interactivo con el computador se centra en conceptos y propiedades físicas fundamentales, y permite a los estudiantes poner a prueba sus concepciones previas en construcción de modelos y actividades de experimentación. El programa incluye un “ciclo de indagación” que ayuda a los estudiantes a controlar dónde están en el proceso de investigación. El programa requiere que se hagan evaluaciones reflexivas a los estudiantes y les permite a éstos revisar las evaluaciones de sus compañeros. En un estudio, alumnos de sexto grado de una escuela suburbana a quienes se les estaba enseñando física con Thinker Tools tuvieron, en la solución de problemas conceptuales de física, un desempeño mejor que el de estudiantes de física de los grados once y doce del mismo sistema escolar a quienes se les estaba enseñando con métodos convencionales. Un segundo estudio en el que se compararon estudiantes urbanos de los grados 7 a 9, con estudiantes suburbanos de los grados 11 y 12, mostró una vez más que los estudiantes más jóvenes, a quienes se les estaba enseñando con el enfoque basado en la investigación, lograron una comprensión superior de los principios fundamentales de la física (White y Frederickson, 1997, 1998).

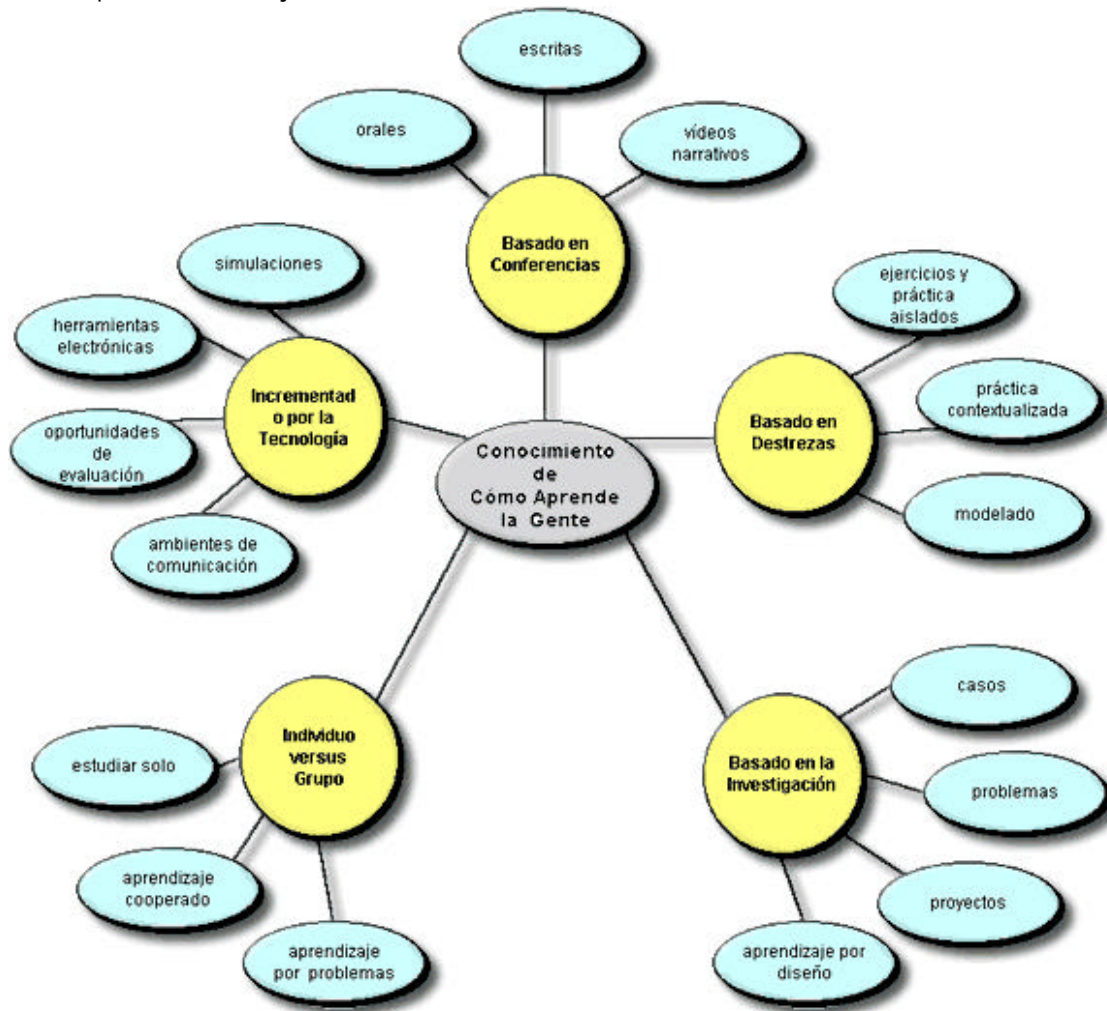
## PONIENDO ORDEN AL CAOS

Uno de los beneficios de centrarse en cómo aprende la gente es que esto ayuda a poner orden en un aparente desconcierto de opciones. Piénsese en las muchas posibles estrategias de enseñanza que se debaten en los círculos educativos y en los medios. La Figura 1.1 los representa en forma de diagrama: enseñanza basada en la conferencia, enseñanza basada en un texto, enseñanza basada en la investigación, enseñanza incrementada con la tecnología, enseñanza organizada en torno a individuos versus grupos cooperantes, y así sucesivamente. ¿Algunas de estas



técnicas son mejores que otras? ¿La clase magistral [dictar conferencias] es una mala manera de enseñar, como parecen alegar muchos? ¿El aprendizaje cooperativo es efectivo? ¿Los intentos de usar computadores (enseñanza incrementada con la tecnología) contribuyen al logro o lo perjudican?

Este libro sugiere que estas son las preguntas que no deben formularse. Preguntar qué técnica de enseñanza es la mejor es análogo a preguntar cuál herramienta es la mejor –un martillo, un destornillador, un cuchillo o alicate. En la docencia, como en la carpintería, la selección de herramientas depende de la tarea que se tiene entre manos y de los materiales con los que se está trabajando.



**Figura 1.1** Con el conocimiento de cómo aprende la gente, los maestros pueden escoger más deliberadamente entre técnicas, para alcanzar objetivos específicos.

Los libros y las clases magistrales sí pueden ser modos maravillosamente eficaces de transmisión de nueva información para aprender, estimular la imaginación y despertar las facultades críticas de los estudiantes—pero se escogerán otras clases de actividades para obtener de los estudiantes información acerca de sus concepciones previas y nivel de comprensión, o para ayudarles a ver el poder del uso de estrategias metacognitivas para controlar su aprendizaje. Los experimentos de manipulación sí pueden ser una manera poderosa de aterrizar el conocimiento que va surgiendo; pero ellos solos no permiten ver las comprensiones conceptuales subyacentes que ayudan a la generalización. No existe ninguna práctica docente universal que sea la mejor.

En cambio, si el punto de partida es un conjunto fundamental de principios de aprendizaje, entonces la selección de estrategias de enseñanza (mediadas, desde luego, por la materia de estudio, el nivel escolar y los resultados deseados) puede ser deliberada. Las muchas posibilidades se convierten, entonces, en un rico conjunto de oportunidades de entre las que el maestro construye un programa de instrucción y no un caos de alternativas que compiten entre sí.

Centrarse en cómo aprende la gente también les ayudará a los maestros a superar las dicotomías disyuntivas que han plagado el campo de la educación. Uno de tales problemas es si las escuelas deberían enfatizar los “conceptos básicos” o enseñar destrezas para pensar y solucionar problemas. Este libro muestra que los dos [procesos] son necesarios. Las habilidades de los estudiantes para adquirir conjuntos organizados de datos y destrezas, realmente se incrementan cuando están conectadas con actividades significativas de solución de problemas, y cuando a los estudiantes se les ayuda a comprender por qué, cuándo y cómo esos datos y destrezas son pertinentes. Y los intentos de enseñar destrezas para pensar sin una fuerte base de conocimiento de datos no estimulan la habilidad para resolver problemas ni apoyan la transferencia a nuevas situaciones.

## **DISEÑANDO AMBIENTES DE AULA**

El Capítulo 6 de este libro propone un marco de referencia para ayudar a orientar el diseño y la evaluación de ambientes que pueden optimizar el aprendizaje. Apoyado firmemente en los tres principios discutidos previamente, propone cuatro atributos interrelacionados, de ambientes de aprendizaje que deben cultivarse.

### **1. Las escuelas y las aulas deben centrarse en el aprendiz.**

Los maestros deben prestarles la máxima atención a los conocimientos, destrezas y actitudes con que llegan sus estudiantes al aula. Aquí se incluyen las concepciones previas relacionadas con la materia de estudio, pero también comprender mejor al estudiante. Por ejemplo:

- Las diferencias culturales pueden afectar el nivel de comodidad de los estudiantes en el trabajo cooperativo versus el individual, y se reflejan en los conocimientos previos que los estudiantes traen a una nueva situación de aprendizaje (Moll et al., 1993).
- Las teorías que los estudiantes tienen acerca de lo que significa ser inteligente pueden afectar su desempeño. La investigación muestra que los estudiantes que piensan que la inteligencia es una entidad inmodificable probablemente estén más inclinados hacia el desempeño que hacia el aprendizaje --ellos prefieren quedar bien ante los demás y no quieren arriesgarse a cometer errores cuando están aprendiendo. Estos estudiantes son los que muy probablemente se den por vencidos cuando las tareas se pongan difíciles. Por el contrario, los estudiantes que piensan que la inteligencia es modificable tienen una mejor disposición para enfrentar tareas retadoras; se sienten más cómodos con el riesgo (Dweck, 1989; Dweck y Legget, 1988).

Los maestros de aulas centradas en el aprendiz también prestan cuidadosa atención al progreso individual de cada estudiante y diseñan tareas apropiadas. Los maestros que se centran en el aprendiz les asignan a sus estudiantes “solamente dificultades manejables” --es decir, lo suficientemente retadoras para mantener el interés, pero no tan difíciles que desanimen. Por consiguiente, deben comprender los conocimientos de los estudiantes, sus niveles de destrezas e intereses (Duckworth, 1987).

### **2. Para ofrecer un ambiente de aula centrada en el conocimiento, debe prestarse atención a lo que se está enseñando (información, materia de estudio), por qué se enseña (comprensión) y cómo es la competencia o el dominio.**

Como ya se dijo antes, la investigación que se discute en los capítulos siguientes muestra claramente que la experticia involucra el conocimiento que sirve de base para la comprensión, y que el aprendizaje con comprensión es importante para el desarrollo de la experticia, porque facilita más el aprendizaje nuevo (i.e. sustenta la transferencia).

El aprendizaje con comprensión es, con frecuencia, más difícil de lograr que la simple memorización; y toma más tiempo. Muchos currículos no apoyan el aprendizaje con comprensión porque presentan demasiados datos inconexos en un tiempo demasiado breve --el problema de “una milla de anchura por una pulgada de profundidad”. Con frecuencia, las pruebas académicas refuerzan más la memorización que la comprensión. El ambiente centrado en el conocimiento aporta la necesaria profundidad del estudio, y evalúa la comprensión del estudiante más que su memoria para los datos. Incorpora la enseñanza de estrategias metacognitivas que facilitan aun más el aprendizaje futuro.

Los ambientes centrados en el conocimiento también sobrepasan la participación como el índice fundamental de una enseñanza exitosa (Prawaf et al., 1992). El interés o la participación de los estudiantes en una tarea es claramente importante. Sin embargo, no garantiza que los estudiantes adquirirán las clases de conocimientos que sustentarán el aprendizaje nuevo. Hay importantes diferencias entre tareas y proyectos que estimulan el hacer cosas con las manos y las que estimulan hacer con comprensión; el ambiente centrado en el conocimiento hace énfasis en estas últimas. (Greeno, 1991).

**3. Las evaluaciones formadoras --evaluaciones sobre la marcha, diseñadas para hacer evidente el pensar de los estudiantes tanto a los maestros como a sus compañeros --son esenciales. Le permiten al maestro captar las concepciones previas de los estudiantes, comprender dónde están éstos en el “corredor del desarrollo” del pensamiento informal al formal, y diseñar una instrucción acorde. En el ambiente de aula centrada en la evaluación, las evaluaciones formadoras ayudan tanto a los profesores como a los estudiantes a rastrear el progreso.**

Un rasgo importante de las evaluaciones en estas aulas es que son amigables con el aprendiz: no son del tipo de examen breve para el viernes, con memorización de la información la noche anterior, y en el que al estudiante se le da una calificación que lo clasifica en relación con sus compañeros de clase. En cambio, estas evaluaciones deben ofrecerles a los estudiantes oportunidades para reorientar y mejorar su pensamiento (Vye et al., 1998b), ayudarles a percibir su propio progreso al paso de las semanas o meses, y ayudar a los maestros a identificar problemas que deben resolverse (problemas que, sin las evaluaciones, pueden pasar inadvertidos). Por ejemplo, a un grupo de estudiantes de secundaria que esté estudiando los principios de la democracia podría dársele un escenario en el que una colonia de gente acaba de asentarse en la luna y debe establecer un gobierno. Las propuestas de los estudiantes en cuanto a las características de tal gobierno, como también la discusión de los problemas que ellos prevén para su establecimiento, pueden revelarles, tanto a los maestros como a los estudiantes, áreas en las que el pensamiento de los estudiantes está más o menos avanzado. El ejercicio, más que una prueba, es un indicador de dónde deben centrarse la investigación y la instrucción.

**4. El aprendizaje está influido, de maneras fundamentales, por el contexto en que tiene lugar. Un enfoque centrado en la comunidad requiere del desarrollo de normas para el aula y la escuela, tanto como de conexiones con el mundo exterior, que apoyen los valores del aprendizaje fundamental.**

Las normas establecidas en el aula tienen fuertes efectos en el logro de los estudiantes. En algunas escuelas, las normas podrían expresarse como “no se deje coger en ignorancia de algo”. Otras impulsan la asunción de riesgos académicos y las oportunidades de equivocarse, la aceptación de retroalimentación, y la reelaboración. Es claro que --sí los estudiantes han de poner de manifiesto sus concepciones previas acerca de una materia de estudio, sus preguntas y su progreso hacia la comprensión-- las normas de la escuela deben respaldar este proceso.

Los maestros deben ocuparse de diseñar actividades para el aula y ayudar a los estudiantes a organizar su trabajo de manera que promuevan la camaradería intelectual y las actitudes hacia el aprendizaje que construyen un sentido de comunidad. En tal comunidad, los estudiantes podrán ayudarse reciprocamente a resolver problemas apoyándose en los conocimientos de los otros, haciendo preguntas para aclarar explicaciones, y sugiriendo caminos que conduzcan al grupo hacia su meta (Brown y Campione, 1994). Tanto la cooperación en la solución de problemas (Evans, 1989; Newstead y Evans, 1995) como la argumentación (Golman, 1994; Habermas, 1990; Kuhn, 1991; Moshman, 1995a, 1995b; Salmon y Zeitz, 1995; Youniss y Damon, 1992) entre los estudiantes de tal comunidad intelectual, incrementan el desarrollo cognitivo.

Se debe capacitar y motivar a los maestros para que, entre ellos mismos, establezcan comunidades de aprendices (Lave y Wegner, 1991). Estas comunidades pueden llegar a sentirse más cómodas con la formulación de preguntas que con el conocimiento de las respuestas; y pueden producir un modelo para crear nuevas ideas a partir de las contribuciones de cada uno de los miembros. Pueden dar lugar al sentimiento de la emoción de aprender, que luego se transfiere al aula; con esto se obtiene un sentido de propiedad de las nuevas ideas, en la medida en que se apliquen a la teoría y a la práctica.

De no menor importancia es que las escuelas necesitan desarrollar maneras de conectar el aprendizaje en el aula con otros aspectos de las vidas de los estudiantes. Lograr tanto el apoyo de los padres a los principios del aprendizaje de lo fundamental como su involucramiento en el proceso de aprendizaje es de primordial importancia (Moll, 1990; 1986a, 1986b). La Figura 1.2 muestra el porcentaje de tiempo, durante el año calendario, que pasan en la escuela los estudiantes de un distrito escolar grande. Si un tercio de su tiempo por fuera de la escuela (sin contar el sueño) se gasta viendo televisión, entonces, aparentemente, los estudiantes pasan más horas por año viendo televisión que asistiendo a la escuela. Concentrarse solamente en las horas que corrientemente los estudiantes pasan en la escuela no permite ver las muchas oportunidades de aprendizaje dirigido que se presentan en otros escenarios.

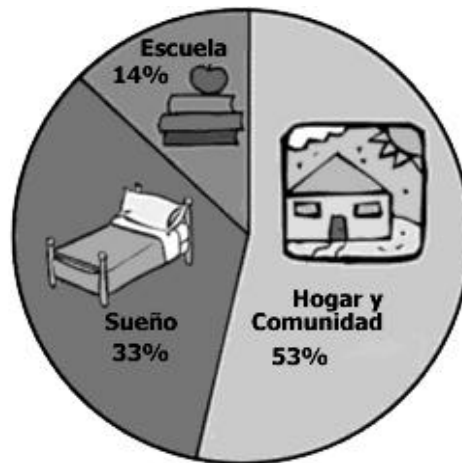


Figura 1.2 Los estudiantes pasan solamente el 14 por ciento de su tiempo en la escuela.

## APLICANDO EL MARCO CONCEPTUAL DEL DISEÑO AL APRENDIZAJE DE LOS ADULTOS

El marco conceptual del diseño arriba resumido parte de la base de que los aprendices son niños. Pero los principios son aplicables también al aprendizaje de los adultos. Este punto es particularmente importante porque llevar a la práctica educativa los principios contenidos en este libro, requerirá de una buena cantidad de aprendizaje por el adulto. Muchos de los enfoques para la enseñanza de adultos consistentemente violan los principios para la optimización del aprendizaje. Los programas de desarrollo profesional para maestros, por ejemplo, con frecuencia:

- **No se centran en el aprendiz.** No se les consulta a los maestros sobre dónde necesitan ayuda; simplemente se les envía a tomar talleres prefabricados.
- **No se centran en el conocimiento.** A los maestros simplemente se les introduce a una nueva técnica (como el aprendizaje cooperado) sin que se les dé la oportunidad de comprender por qué, cuándo, dónde y cómo podría ser valiosa para ellos. La necesidad de integrar la estructura de las actividades con el contenido del currículo que se enseña es particularmente importante.
- **No se centran en la evaluación.** Para que los maestros cambien sus prácticas, es necesario que tengan oportunidades de ensayar cosas en sus aulas, y que luego reciban retroalimentación. Más aun, los programas en cuestión tienden a centrarse en el cambio de la práctica didáctica como objetivo, pero descuidan el desarrollo de la capacidad de los maestros para juzgar el éxito de la transferencia de la técnica al aula o sus efectos en los logros de los estudiantes.
- **No se centran en la comunidad.** Muchas oportunidades de desarrollo profesional se dan de manera aislada. Cuando los maestros incorporan ideas nuevas en su docencia, las oportunidades de contacto continuo y de apoyo son limitadas, a pesar de que la rápida expansión del acceso a Internet proporciona un medio expedito de mantener tal contacto, si se dispone de herramientas y servicios adecuadamente diseñados.

Los principios del aprendizaje y sus implicaciones para el diseño de ambientes de aprendizaje son igualmente aplicables con niños y con adultos. Proporcionan un lente por el que puede verse la práctica del momento en relación tanto con la enseñanza en los grados Kinder a 12 como con la preparación de maestros en la agenda de la investigación y el desarrollo. Los principios son pertinentes, también, cuando pensamos en otros grupos, tales como los legisladores y el público, cuyo aprendizaje también es un requisito para que cambie la práctica educativa.

### CRÉDITOS:

- Capítulo 1 del libro *"How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School. Expanded Edition (2000)"* Cómo Aprende la Gente: Cerebro, Mente, Experiencia, y Escuela. Edición Expandida. Publicado por la Editorial de la Academia nacional de Ciencias de Estados Unidos. <http://www.nap.edu/books/0309070368/html/>. Traducción del Inglés por Tito Nelson Oviedo A.

Fecha de publicación en EDUTEKA: Septiembre 7 de 2002.

Fecha de última actualización: Septiembre 7 de 2002.