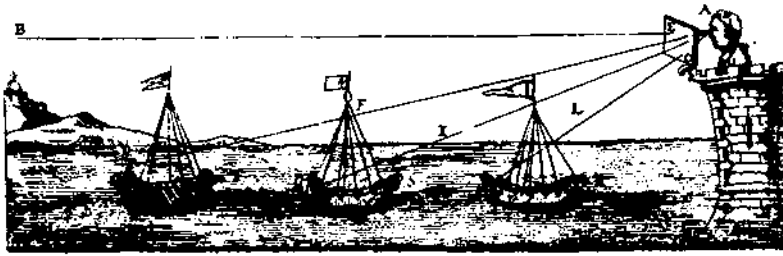


# INVESTIGACION



## Y EXPERIENCIAS DIDACTICAS

---

### AYUDAR A LOS ALUMNOS A APRENDER CÓMO APRENDER.

#### LA OPINIÓN DE UN PROFESOR-INVESTIGADOR

NOVAK, J.D.

Departamento de Educación. Universidad de Cornell. Itaca, Nueva York 14853, EEUU.

Artículo presentado en la inauguración del III Congreso sobre Investigación y Enseñanza de las Ciencias y las Matemáticas celebrado en Santiago de Compostela el 20 de septiembre de 1989.

---

#### SUMMARY

Four basic questions are approached in this paper: 1. What we know about how people learn. 2. How we can help students learn to learn. 3. What the obstacles are to helping students learn. 4. What the expectations are for the empowerment of people.

The answers, based on the author's experience and on research done at Cornell University refer widely to significant learning, to heuristic learning and to the conceptual maps.

---

#### INTRODUCCIÓN

En este artículo abordaré la respuesta a cuatro preguntas:  
1) ¿Qué sabemos acerca de cómo aprenden las personas?

2) ¿Podemos ayudar a nuestros alumnos a aprender cómo aprender? 3) ¿Cuáles son los principales obstáculos?

los con que se tropieza al intentar enseñar a los alumnos a aprender? 4) ¿Qué expectativas hay de capacitar a las personas? Las respuestas que voy a ofrecer a estas preguntas se apoyan fundamentalmente en mi labor y experiencia docente, y en la investigación que lleva a cabo nuestro grupo en la Universidad de Cornell, junto con el trabajo que sobre este tema ha sido realizado por otros colegas. Como quiera que parte de nuestro trabajo ya fue expuesto por el profesor Moreira en el Segundo Congreso, celebrado en Valencia (Moreira y Novak 1988), haré referencia aquí a nuestras experiencias más recientes.

### ¿QUÉ SABEMOS ACERCA DE CÓMO APRENDEN LAS PERSONAS?

En su discurso presidencial ante la Asociación Americana de Psicología, Reed (1938) argumentó que los psicólogos debían hacer más hincapié en el significado como factor del aprendizaje. La obra de Skinner *La Conducta de los Organismos* se publicó ese mismo año y la psicología conductista pasó a dominar en Norteamérica, con lo que la mayoría de la investigación se centró en las conductas manifestadas por los organismos y la extrapolación de «leyes del aprendizaje» de los animales al hombre. La mayor parte de la investigación norteamericana sobre cómo el hombre construye y utiliza los significados para orientar sus actos fue suprimida por completo. Había, por supuesto, los voluminosos estudios de Jean Piaget en Ginebra y la obra de George Kelly (1955) y otros autores en Inglaterra, pero ni siquiera estos programas se ocupaban de forma importante de la construcción y el uso de significados explícitos para guiar las actuaciones en el aprendizaje escolar y servir de base para la construcción de nuevos significados.

Habiendo rechazado la psicología conductista, mis primeras investigaciones se fundamentaron en una teoría cibernética del aprendizaje (Novak 1978). Sin embargo, los datos que de ella obteníamos se contradecían frecuentemente con las expectativas teóricas, y la teoría tuvo poca relevancia en el aprendizaje escolar y además no tomaba en consideración el papel de los sentimientos, que son parte importante en el proceso de determinación de cómo las personas eligen comportarse. Nos gustó la manera en que David Ausubel trató el tema en su libro *La psicología del aprendizaje verbal significativo*. Éste y su obra posterior, *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo* (1968, 1978-1983) han sido los fundamentos psicológicos principales de nuestro programa de investigación.

En el prefacio de su libro de 1968, Ausubel escribió: «De todos los factores que influyen en el aprendizaje, el más importante consiste en lo que el alumno ya sabe. Averigüese esto y enséñese consecuentemente» (p. 6, ed. cast., 1976).

Este principio nos ha servido de guía tanto en nuestro esfuerzo por diseñar nuevos métodos de enseñanza como en nuestras investigaciones sobre el aprendizaje en el aula. Es una idea sencilla, pero con profundas implica-

ciones. El cómo averiguar lo que el discente ya sabe nos planteó un gran reto durante muchos años. Las pruebas de lápiz y papel tanto abiertas como objetivas se mostraron de escasa utilidad para determinar lo que una persona conoce en realidad y sabe utilizar. Las entrevistas clínicas, articuladas según las directrices de Piaget, pero centradas en la comprensión de los conceptos y las relaciones entre los mismos en los dominios del conocimiento explícito, pueden resultar muy efectivas en este sentido. Sin embargo, su diseño y aplicación precisa mucha destreza y consumen mucho tiempo tanto para su administración como para su interpretación. Se hacía necesaria por tanto otra alternativa viable.

Uno de nuestros proyectos de investigación se dirigió a estudiar el cambio en la comprensión conceptual que tienen los niños de la naturaleza particular de la materia a lo largo de los doce años de escolarización. Este estudio longitudinal (Novak y Musonda, en revisión) generó cientos de cintas con entrevistas y transcripciones, así que nos vimos enfrentados al espinoso problema de intentar interpretar los cambios en el conocimiento conceptual de los alumnos a partir de dichas transcripciones. Inspirados en algunas ideas de la teoría de la asimilación de Ausubel, centramos nuestra atención en tres factores clave: 1) el aprendizaje significativo implica la asimilación de nuevos conceptos y proposiciones en estructuras cognoscitivas ya existentes, que resultan en consecuencia modificadas; 2) el conocimiento se organiza jerárquicamente en la estructura cognoscitiva y la mayoría de todo lo nuevo que se aprende implica una *subsunición* de conceptos y proposiciones en jerarquías ya existentes; y 3) el conocimiento adquirido por aprendizaje memorístico no se asimilará en las estructuras cognoscitivas ni modificará las estructuras de proposiciones ya existentes. Al reconsiderar el significado de estas ideas, nuestro grupo de investigación se propuso ensayar diversos esquemas para representar las estructuras del conocimiento, puestas de manifiesto en transcripciones de entrevistas que sirvieron para desarrollar una herramienta que hoy en día conocemos como *mapas conceptuales*. La figura 1 muestra dos ejemplos de mapas conceptuales elaborados a partir de transcripciones de entrevistas con un niño en 2º y 12º curso. Estos mapas conceptuales ilustran tres ideas clave de la teoría de la asimilación: 1) el aprendizaje significativo lleva a una *diferenciación progresiva* de la estructura cognoscitiva; 2) una *reconciliación integradora* de nuevos y viejos conocimientos puede «corregir» preconcepciones; y 3) el conocimiento adquirido mecánica o casi mecánicamente no se asimila adecuadamente a las estructuras cognoscitivas. Desde 1975, los mapas conceptuales nos han servido de potentes herramientas para representar las estructuras del conocimiento en todos los campos temáticos y para alumnos de todas las edades (Novak y Gowin 1984-1988).

Mientras desarrollábamos la estrategia de los mapas conceptuales dentro de nuestro programa de investigación, mi colega D. Bob Gowin se encargaba de diseñar estrategias para ayudar a los alumnos a comprender la naturaleza del conocimiento y de su construcción. Su trabajo se tradujo en la invención en 1977 del heurístico en V como medio para representar los elementos implicados en la estructura del conocimiento. La figura 2



Figura 2

V de Gowin que muestra elementos epistemológicos implicados en la construcción o descripción del conocimiento. Todos los elementos interaccionan entre sí en el proceso de construcción de nuevos conocimientos o declaraciones de valor, o en la búsqueda de la comprensión de los mismos para cualquier conjunto de hechos y preguntas.

**CONCEPTUAL/TEORICO  
(EN EL PENSAMIENTO)**

**Visión Universal:**

El sistema de creencias generales que motivan y orientan la indagación.

**Filosofía:**

Las creencias sobre la naturaleza del conocimiento y de cómo orientar la búsqueda de información.

**Teoría:**

El(los) principio(s) general(es) que orienta(n) la búsqueda de información y *explica(n)*

*por qué* los hechos u objetos muestran lo que se observa.

**Principios:**

Enunciados de relaciones entre conceptos que *explican cómo* puede esperarse que los hechos u objetos aparezcan o se comporten.

**Conceptos:**

Regularidad percibida en los hechos u objetos (o los registros de hechos u objetos) designados por medio de una etiqueta.

**PREGUNTA(S) FOCAL(ES):**

Preguntas que sirven para enfocar la búsqueda de información sobre los hechos y/u objetos estudiados.

**METODOLÓGICO  
(EN LA ACCIÓN)**

**Declaraciones de Valor:**

Enunciados basados en declaraciones de conocimientos que revelan el valor o justificación de la búsqueda.

**Declaraciones de conocimientos:**

Enunciados que responden a la(s) pregunta(s) focal(es) y son interpretaciones razonables de los registros tal cual y transformados (o datos) obtenidos.

**Transformaciones:**

Tablas, gráficos, mapas conceptuales, estadísticas u otras formas de organización de los registros efectuados.

**Registros:**

Las observaciones hechas y registradas a partir

**Hechos y/u Objetos:**

Descripción del(los) hecho(s) y/u objeto(s) a estudiar para poder responder a las preguntas focales.

hacia el aprendizaje que se apartan progresivamente de su mundo de experiencias y de las estructuras de significados que han construido hasta entonces. Todos los niños al nacer son grandes aprendices de significados y la mayoría se van convirtiendo posteriormente en aprendices mecánicos, sobre todo en lo relativo a las ciencias y las matemáticas.

Como se muestra en la figura 3, la desafortunada realidad es que la mayor parte de la práctica instruccional en la escuela aparta a los alumnos del aprendizaje significativo empujándolos hacia una forma de aprendizaje esencialmente repetitiva. Los alumnos aprenden cómo aprender de un modo más empobrecedor que enriquecedor.

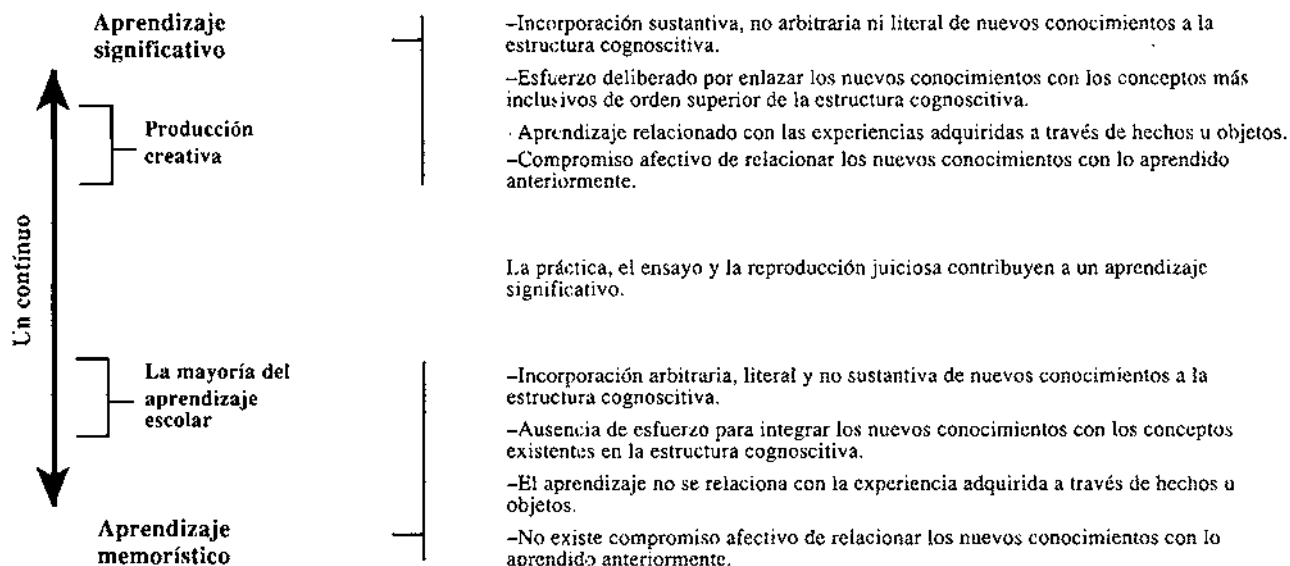
Otra conclusión importante a la que se ha llegado en las pasadas décadas es que la memoria humana no es un simple «recipiente vacío» para ser llenado, sino más bien el conjunto interactivo de los tres sistemas de memoria que se muestran en la figura 4. Obsérvese que las flechas apuntan en ambas direcciones entre dichos sistemas de memoria porque aquello que *podemos percibir* de entre lo que incide sobre nosotros depende de las limitaciones de cada sistema de memoria, de qué conocimientos se poseen y de cómo éstos se organizan en la memoria a largo plazo. Además, está el importante papel de las emociones o el afecto en la adquisición de nuevos conocimientos, pero éste es un dominio del que sólo tenemos una idea primitiva. Creo que existen pruebas

más que suficientes para sostener que *el aprendizaje significativo es la base sobre la que descansa la integración constructiva del pensamiento, los sentimientos y los principales actos que conducen al enriquecimiento humano*. Sin embargo, sólo se dispone de pocas investigaciones directamente relacionadas con esta hipótesis. Cada vez con mayor intensidad el foco de interés de nuestras investigaciones recae en esta hipótesis, incluyendo estudios recién terminados sobre mujeres científicas (Kerr 1988), drogadictos (Mazur 1989) y mujeres anoréxicas (Hangen 1989). La hipótesis está apoyada por trabajos como los de Gilligan (1982) y Belenkey y colaboradores (1986).

En la enseñanza de las ciencias y las matemáticas, nos enfrentamos a grandes cuerpos de materia con unos altos niveles potenciales de interrelaciones, y hemos de prestar particular atención a las limitaciones de la memoria «funcional» o «a corto plazo». Hasta los «einstein» y «hilbert» sólo pueden procesar unos siete «fragmentos» de información en la memoria funcional, memoria en la que tiene lugar la *elaboración de significados*. La diferencia fundamental entre los genios y nosotros los mortales corrientes estriba en que los genios han *estructurado* sus conocimientos en la memoria a largo plazo de forma que puedan trabajar con grandes «trozos», o sea, potentes conceptos, principios o teorías. Su poder creativo procede de su capacidad para utilizar conceptos y proposiciones de «orden superior» al proce-

Figura 3

El continuo memorístico-significativo muestra aquí las características clave del aprendizaje memorístico comparado con el significativo. Bajo la presión de una evaluación y educación inadecuadas, la mayoría de los estudiantes se dedican preferentemente al aprendizaje memorístico en los colegios.



sar las informaciones nuevas y de una inclinación emotiva para hacerlo. Casi todas las biografías de genios de cualquier campo describen esta utilización de grandes ideas y la pasión por la búsqueda de nuevas integraciones entre los conocimientos nuevos y antiguos.

Los mapas conceptuales, así como el heurístico en V, nos ayudan a construir nuevos significados porque nos sirven para organizar los conocimientos que situamos en la memoria a largo plazo y porque pueden hacer la función de una especie de andamiaje mental para ensamblar los fragmentos de conocimiento en nuestra memoria funcional. Los trabajos de Alex Johnston (1980) en química, Robbi Case (1987) en ciencias y matemáticas, entre otros, apoyan la tesis de que la eficacia de la memoria funcional se ve aumentada o disminuida por la cantidad y *calidad* de nuestras estructuras cognoscitivas. Las investigaciones sobre expertos y principiantes de Chi (1981), Larkin y colaboradores (1980), y otros autores demuestran asimismo que los expertos tienden a abordar los problemas con «grandes ideas», ideas que figuran en niveles altos en los mapas conceptuales, mientras que los principiantes tienden a trabajar con conceptos o principios limitados y explícitos. Todos estos estudios apuntan a la conclusión de que la capacitación de los alumnos descansa en nuestra ayuda a organizar y utilizar unas estructuras jerárquicas de conocimientos cuidadosamente elaboradas.

Hemos descubierto que los mejores mapas conceptuales para la enseñanza, sobre todo cuando se enseña un curso o área de estudios nuevos, son mapas sencillos que manejan diez o quince conceptos. La figura 5 es un ejemplo de mapa conceptual que utilizó para presentar

Figura 4

Tres sistemas de memoria funcionan en el aprendizaje humano, los cuales interaccionan entre sí. Las serias limitaciones de la memoria funcional o a corto plazo, en donde debe tener lugar toda elaboración de nuevos significados, es uno de los motivos por los que muchos estudiantes sufren cuando sus conocimientos son limitados o están organizados en «fragmentos» diminutos.

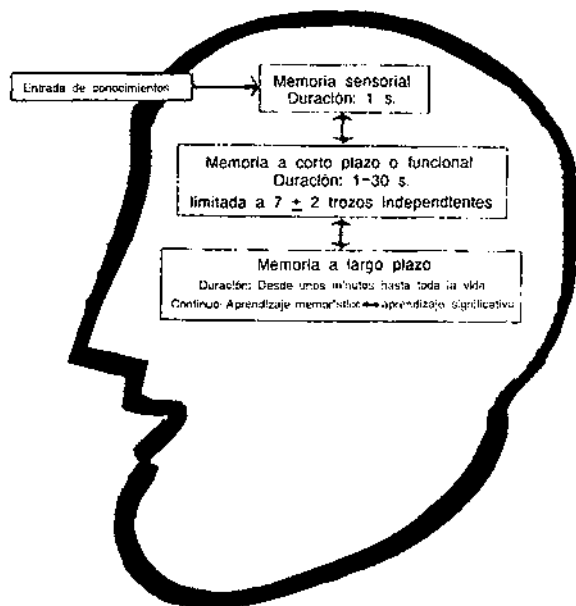


Figura 5

Sencillo mapa conceptual utilizado para introducir algunos de los conceptos más relevantes y sus relaciones en mis cursos. Los mapas de mayor utilidad para aquellos alumnos que aprenden una nueva disciplina o subdisciplina son los más sencillos que se puedan utilizar.

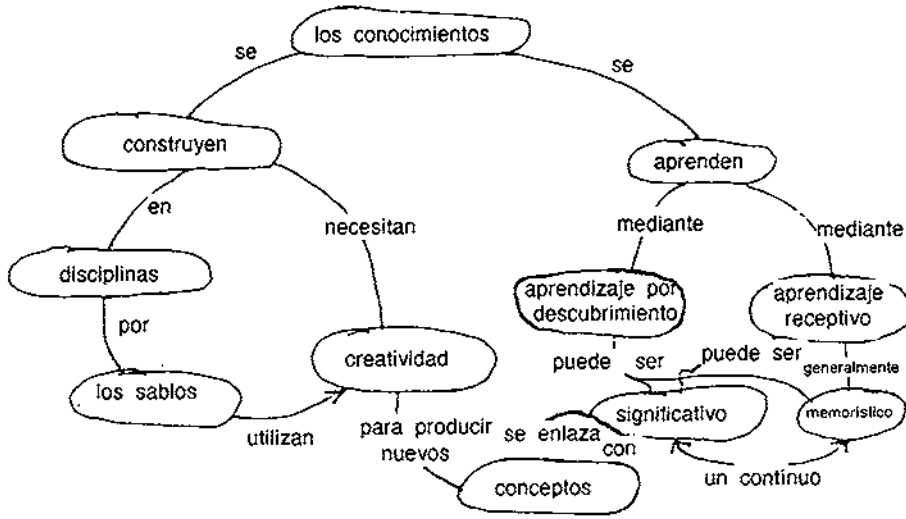
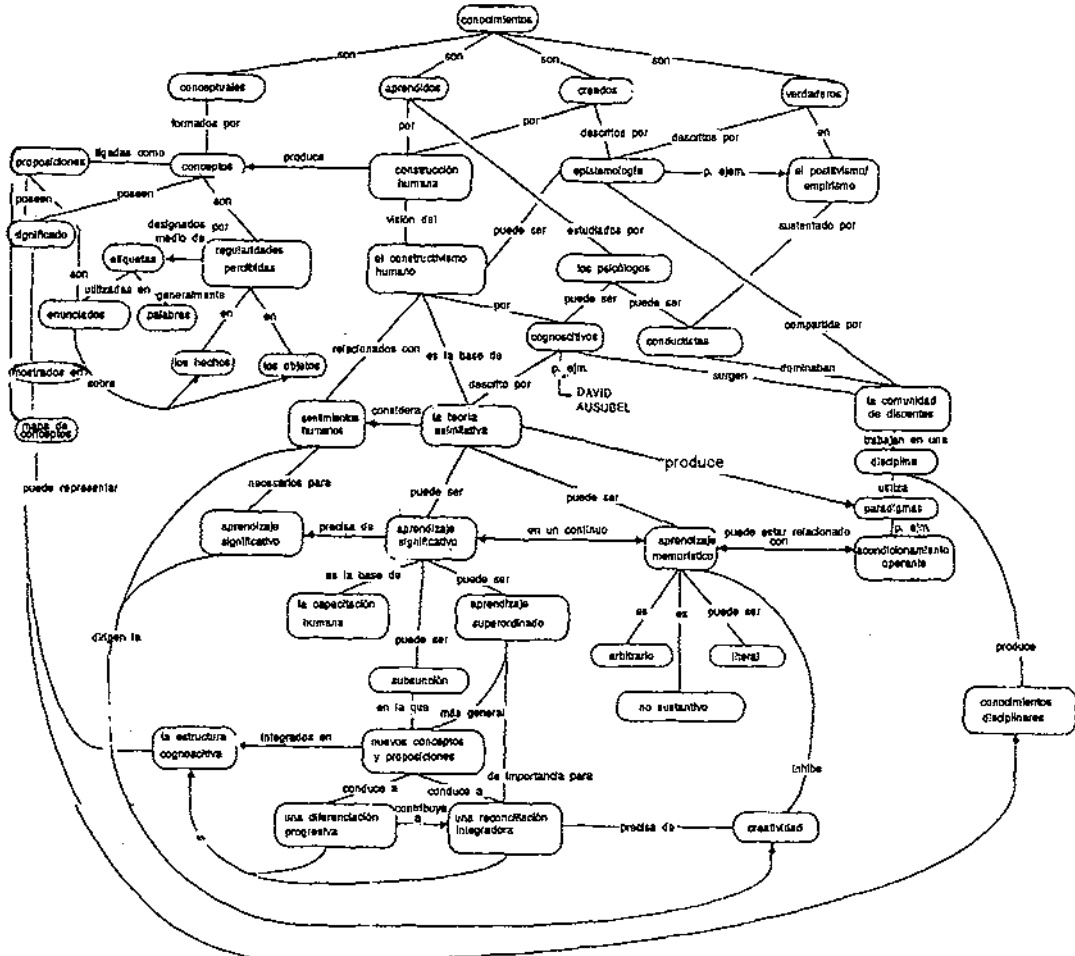


Figura 6

Mapa conceptual complejo que utilizo para revisar y resumir algunos de los conceptos y principios fundamentales que enseñé en mis cursos. Una estrategia útil en este sentido consiste en hacer que los alumnos trabajen por parejas para elaborar preguntas sobre el mapa o sugerir modificaciones.



algunas ideas clave en mis cursos. Estas ideas fundamentales mostradas en el mapa pueden ser fácilmente procesadas por la memoria funcional. Es muy sencillo, y sin embargo contempla algunas ideas de gran importancia. A medida que avanza el curso, algunos mapas conceptuales más complejos pueden resultar de utilidad para hacerse una composición de las ideas estudiadas. Una vez que los alumnos han adquirido cierta experiencia en la construcción de *sus propios* mapas conceptuales, tanto sencillos como complicados, pueden sacar partido a mapas como el de la figura 6, que integra la mayoría de los conceptos y principios que imparto en mi curso «Aprender a aprender».

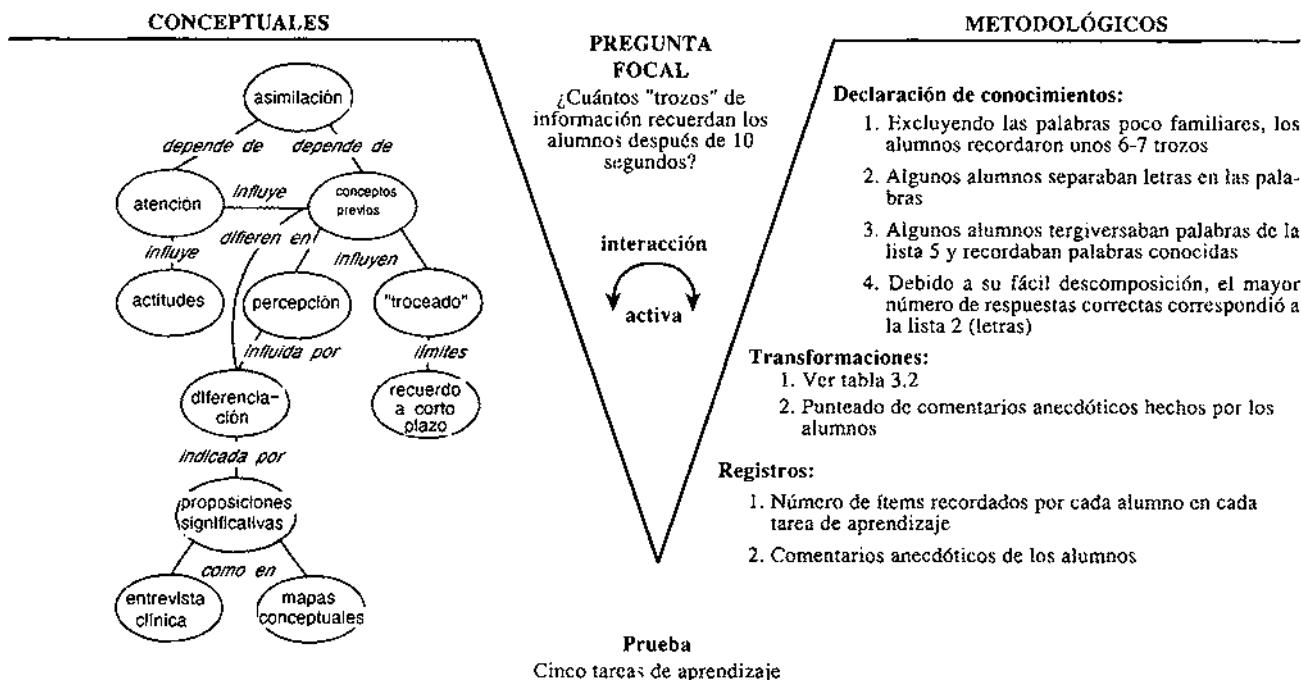
Los mapas conceptuales pueden emplearse para representar elementos en la parte izquierda de la V. La figura 7 muestra un ejemplo relacionado con un ejercicio que utilizo en mis clases: se proporcionan a los alumnos cinco tareas diferentes para la memoria a corto plazo y se registra el número de estudiantes que recuerdan «fragmentos» de cada tarea. A la izquierda de la V se representan la «filosofía» y el «modo de ver el mundo» que orientan la pregunta, pero éstas pueden añadirse a los mapas conceptuales para completar la parte izquierda de la V.

Hace poco comenzamos un nuevo programa de investigación utilizando una nueva tecnología para registrar y

procesar señales electroencefalográficas (EEG) del cerebro. Estamos empleando mapas conceptuales preparados por los estudiantes en ambientes escolares como base para tareas cognoscitivas, tales como añadir nuevos conceptos o demostrar relaciones entre conceptos en un mapa. Mientras los alumnos construyen su respuesta, registramos las señales eléctricas, emitidas a través del cuero cabelludo por medio de varios electrodos. Estas señales son digitalizadas y procesadas por ordenador. A partir de los datos recogidos construimos mapas de «actividad cerebral» (EEG). Dichos mapas muestran qué regiones del cerebro son las más activas en las emisiones eléctricas con frecuencias de entre cero y treinta hertzios. Se sabe que el pensamiento está asociado con la intensidad de las señales eléctricas producidas, sobre todo en el intervalo de ocho a veinte hertzios. Uno de nuestros objetivos consiste en determinar si los alumnos que aprenden de un modo fundamentalmente memorístico muestran pautas de actividad cerebral diferentes de las de los alumnos que aprenden del modo más significativo. Si se pudieran establecer relaciones entre la calidad del pensamiento y las pautas EEG, podrían comprobarse varias hipótesis. Además de la posible confirmación de la utilidad de los mapas conceptuales como indicadores de la calidad del pensamiento de una persona, las pautas EEG pueden proporcionar datos para un diagnóstico mental y sugerir otras formas de utilizar los mapas conceptuales. Este trabajo se encuentra aún en

Figura 7

V construida a partir de un «experimento» de clase con varios actos de aprendizaje a corto plazo. Aquí, el mapa conceptual representa los conceptos clave y los principios necesarios para comprender e interpretar los datos obtenidos. La filosofía y el modo de ver el mundo no se muestran en la parte izquierda.



pañales, pero ya sabemos que las pautas EEG son significativamente diferentes en el pensamiento relacionado con las tareas cognoscitivas sencillas y complejas. Posiblemente dentro de las próximas décadas la investigación sobre el funcionamiento del sistema nervioso comenzará a tener impacto significativo no sólo en la identificación de patologías mentales, sino también en el progreso del aprendizaje escolar usual.

### ¿PODEMOS AYUDAR A NUESTROS ALUMNOS A APRENDER A APRENDER?

En primer lugar, permítanme aclarar lo que quiero decir con lo de ayudar a que los alumnos «aprendan a aprender». La idea fundamental consiste en ayudar a los estudiantes a aprender a asumir su propia elaboración de significados. Es éste el tipo de capacitación que Paulo Freire describía en su *Pedagogía de los oprimidos* (1970) y *La política de la educación* (1985). Se trata de ayudar a nuestros alumnos a comprender que nuestras mentes no son contenedores en los que podemos amontonar conocimientos indiscriminadamente —lo que Freire llama la visión «bancaria» del aprendizaje—. Se trata de ayudar a nuestros alumnos a comprender que el *aprendizaje* no es una actividad que pueda compartirse, que es responsabilidad exclusiva de quien aprende. Como señala Gowin (1981, p. 131), «los profesores no producen el aprendizaje, lo hacen los alumnos». Los profesores pueden ayudar a establecer la agenda de aprendizaje y pueden compartir los significados del material con los alumnos. Asimismo, pueden valorar el aprendizaje, puesto que se precisa de alguien que entienda de la materia para juzgar si el estudiante la comprende. Y los alumnos precisan saber que la comprensión nunca es completa; se trata de un proceso iterativo en el que nos movemos gradualmente desde una menor a una mayor comprensión hasta llegar al punto en el que nuevos interrogantes amplían la frontera de nuestra comprensión. La búsqueda de la comprensión en cualquier campo puede convertirse en un proceso de por vida. El aprendizaje es además una experiencia afectiva; es la pena y angustia de la confusión y el gozo y emoción que se experimentan al reconocer que se han adquirido nuevos significados.

Mi interés por ayudar a los alumnos a aprender aumentó en 1974 después de que escribiera *Teoría y práctica de la Educación* (Novak 1977-1982) y comenzara a utilizar este libro en mis cursos para graduados. Un sorprendente número de mis alumnos comenzó a decirme que les parecía interesante estudiar la teoría del aprendizaje de Ausubel, las ideas acerca de cómo se construyen los nuevos conocimientos y estrategias alternativas de enseñanza y evaluación, pero que lo más valioso era que aprendían cómo aprender. Después de varios semestres de oír de los estudiantes comentarios parecidos, llegué a convencerme de que podría ser una buena idea organizar un curso para estudiantes no licenciados orientado especialmente a ayudarles a aprender cómo aprender.

Mi primer esfuerzo en este sentido lo realicé en 1976. Utilicé el manuscrito de *Teoría y práctica de la educa-*

*ción* y otras lecturas suplementarias que incluían *El Arte de amar*, de Fromm (1956), y *Yo estoy bien, tú estás bien*, de Harris (1967). Les pedí a los estudiantes que dibujaran mapas conceptuales para segmentos de uno o más de los cursos que estaban siguiendo. También les pedí que identificaran ejemplos específicos de la práctica educativa que fuesen congruentes con las ideas de la teoría de la asimilación de Ausubel, y ejemplos de prácticas que violasen dichos principios. La mayoría de los estudiantes no tuvo dificultad alguna para identificar los ejemplos de prácticas negativas. De vez en cuando un alumno describía un curso que estaba siguiendo, que se desarrollaba según los principios presentados en *Teoría y práctica de la educación* y que en su opinión eran cursos muy satisfactorios. No sometí a los alumnos a entrevistas clínicas, que más tarde demostraron ser un valioso aditivo para mi curso.

Muchos de los alumnos que asistieron a mis clases buscaban algo más que un curso sobre «cómo estudiar», en el que se suele hacer hincapié en las estrategias a seguir para conseguir mejores notas. Hay docenas de libros publicados sobre «cómo estudiar» que sugieren estrategias para organizar el tiempo, aprender a concentrarse, tomar apuntes, desarrollar destrezas lectoras y estrategias de preparación de pruebas y exámenes escritos. Muchos de estos libros no hablan prácticamente de cómo asumir la propia elaboración de significados. No van dirigidos a la capacitación de los alumnos sino a jugar al juego escolar de conseguir mejores notas. Las ideas y destrezas sobre el modo de estudiar en los libros y clases tienen un cierto valor; por supuesto, resulta de ayuda el conocer la distribución de tiempo para clases, estudio, otro tipo de trabajos y ocio, y utilizar técnicas exploratorias antes de comenzar a leer textos detalladamente. Pero la preocupación fundamental, la capacitación de los estudiantes para aprender significativamente, se halla normalmente ausente o perdida en un bosque de «destrezas del estudio». Soy consciente ahora de que fui bastante inocente al suponer que todos y cada uno de los alumnos de la Universidad de Cornell buscaban la capacidad de aprender significativamente; en el primer y segundo curso, a la mayoría sólo les interesan las notas altas. Son sólo los alumnos de tercer y cuarto curso los que mayoritariamente reconocen lo baldío de memorizar para los exámenes, sin comprensión alguna. Es desde este momento cuando son receptivos a la idea de aprender cómo aprender *significativamente*.

Mi curso *Aprender a aprender* está diseñado para dotar de significado a las ideas mostradas en la figura 6. Se fundamenta en la idea de que la mayor parte de los males del mundo sólo pueden arreglarse por medio de una mejor educación y de que el capacitar a las personas para que puedan asumir su propia elaboración de significados es, en definitiva, el reto fundamental de la civilización moderna. Se asienta sobre una epistemología *constructivista* (von Glasersfeld 1984) que contempla todo conocimiento como una construcción humana y, como ocurre con toda construcción humana, está sujeta a cambios con el tiempo o incluso a la «extinción», como las ideas de una tierra plana o el flogisto, o la geometría euclídea como verdad definitiva. Presenta la teoría asimilativa del aprendizaje de Ausubel, ideas de la ciencia cognoscitiva,



ideas emergentes sobre la interacción entre el pensamiento, sentimiento y acción, y la relación entre la psicología y la filosofía del constructivismo (Novak 1987).

Una de las ideas fundamentales de mi curso es la de que toda elaboración de significados se basa en hechos. Los útiles que empleo son seminarios sobre conceptos clave, principios y teorías, haciendo hincapié en las discusiones diseñadas para negociar significados entre los alumnos (que construyen preguntas por parejas) y entre mí mismo y los estudiantes. Todo esto resultaría más difícil en una clase de cien alumnos o más, pero funciona bien en grupos más pequeños. Pido a los alumnos que hagan mapas conceptuales a partir de textos, que preparen diagramas en V de temas que les interesen y que planifiquen y lleven a cabo entrevistas clínicas utilizando mapas conceptuales y diagramas en V tanto para diseñar la entrevista como para interpretar las ideas del entrevistado. Los alumnos escogen sus temas para las entrevistas así como sus entrevistados. Los temas van desde «¿Qué entiende la gente por una mujer guapa?» a «¿Qué saben los alumnos sobre la cromatografía de gases antes y después de una serie de clases sobre el tema?» He descubierto que la experiencia de entrevistar a otros es el mejor medio que puede emplearse para ayudar a los alumnos a comprender y comprometerse con la naturaleza construida del conocimiento y la elaboración de significados. A menudo observan que el seguir cursos de una disciplina puede no aportar nada al conocimiento de ésta cuando el aprendizaje se produce de forma fundamentalmente memorística —observación ésta demasiado frecuente.

Las experiencias de «Aprendiendo a aprender» llevan a muchos alumnos a preguntar «¿Por qué la escolarización, incluyendo la educación universitaria, está tan desconectada de lo que se conoce sobre la capacitación de los estudiantes?» Esta pregunta se plantea cada vez más a medida que avanza el curso y a menudo utilizamos parte de las últimas reuniones de clase para discutir el problema. Algunas de las ideas desarrolladas en este sentido se exponen a continuación.

**¿CUÁLES SON LOS PRINCIPALES OBSTÁCULOS QUE PLANTEA AYUDAR A LOS ALUMNOS A APRENDER?**

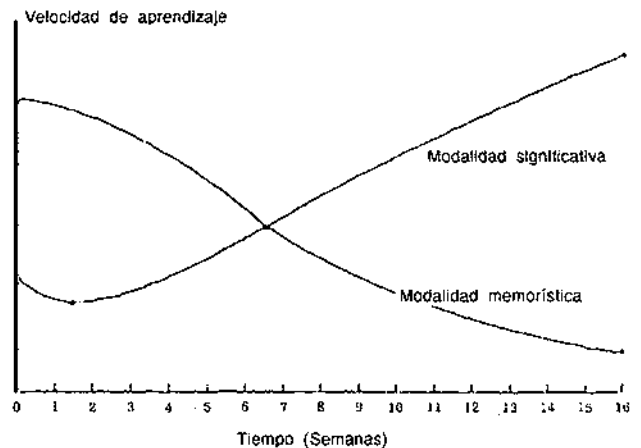
Joseph Schwab (1973) identificó cuatro *tópicos* que se hallan presentes en cualquier acto educativo: 1) el discente, 2) el profesor, 3) el contenido del currículo, y 4) el entorno social. Siguiendo el argumento de Schwab, de que dichos tópicos son entidades independientes y que ninguno puede ser englobado en los otros, yo prefiero denominarlos *elementos* de la educación, y añado un quinto (Novak 1988): 5) la evaluación. En muchos programas escolares la atención de profesores y alumnos se centra en la evaluación que por otro lado se realiza principalmente, por medio de «exámenes» de dudosa utilidad. En los Estados Unidos, la presión exigida por esa «responsabilidad» está exacerbando el problema hasta el extremo de que los exámenes de aptitud realiza-

dos se convierten prácticamente en la única preocupación de algunos profesores y sus alumnos. El problema de las cortapisas al aprendizaje planteadas por la evaluación por medio de exámenes no es privativo de los Estados Unidos, sino de todo el mundo, e incluso es más serio en algunos países del Tercer Mundo, en los que la asignatura puede ser incluso intrascendente para la vida de los alumnos, pero aprobar o suspender una prueba puede abrir o cerrar las puertas a una educación superior y las opciones de carreras asociadas con la misma.

Los exámenes, contrastados con un amplio abanico de medidas más válidas para la evaluación, son una de las limitaciones que pueden impedir ayudar a que los alumnos aprendan cómo aprender significativamente. Muchos exámenes elaborados por el profesor piden respuestas específicas y literales con escasa o nula referencia a los significados o aplicación del conocimiento que se evalúa. Sin embargo, no sólo los exámenes elaborados por el profesor tienen la culpa. Como argumenta Stephen Gould (1981-1984), incluso los mejores «exámenes» dan lugar a la sofocante *falsa medida del hombre*. Las limitaciones de los exámenes constituyen la principal contribución al problema de la motivación de los estudiantes en el momento de elegir entre aprender significativamente y no mecánicamente. El aprendizaje memorístico puede tener una recompensa relativamente rápida y fácil; es a más largo plazo o cuando se precisan los conocimientos de problemas o entornos nuevos cuando el aprendizaje significativo se hace notablemente más valioso. Incluso en un curso semestral los alumnos pueden ser capaces de reconocerlo como más eficiente que el aprendizaje memorístico, tal como se muestra en la figura 8.

Figura 8

Gráfico que resume resultados de investigación que demuestran que el aprendizaje significativo requiere normalmente más tiempo que el aprendizaje memorístico a principios de curso, pero se muestra mucho más efectivo a medida que avanza éste.



Hemos descubierto que en su tercer o cuarto año de escuela, la mayoría de los estudiantes comienzan a reconocer que los métodos de aprendizaje memorístico son comparativamente nulos para conseguir nada de valor duradero. No obstante, muchos alumnos de cuarto curso de la Universidad de Cornell siguen aprendiendo principalmente de un modo mecánico, memorizando las respuesta a los exámenes del año anterior y haciendo del éxito en los exámenes de su profesor el único criterio gratificante. Este juego tiene algo de sutil inmoralidad y tanto el profesor como sus alumnos se implican en una especie de fraude intelectual. No es ésta la clase de experiencia que convenza a los alumnos de que tienen la responsabilidad de ayudar a hacer de este mundo un lugar mejor para las generaciones venideras.

El programa de estudios es otra fuente de dificultades para los esfuerzos dirigidos a fomentar el aprendizaje significativo. La mayoría de los cursos de cualquier nivel adolecen del problema de presentar demasiada materia con muy poco tiempo para explorar los conceptos subyacentes de las ciencias o matemáticas que se exponen. Los hechos y principios que se presentan a menudo no guardan relación con ninguna experiencia familiar al alumno. Se presta relativamente poca atención al camino que los científicos y matemáticos siguieron para construir los conocimientos que se exponen y aún menos a la historia y evolución de ideas básicas subyacentes en las ciencias y matemáticas que se enseñan.

Existe muy poco «sentido de los hechos» del conocimiento; o sea, rara vez se pide a los estudiantes que vean la relación entre los enunciados (declaraciones de conocimientos) que memorizan y la clase o clases de hechos y registros de los mismos que se utilizaron para construir las declaraciones de conocimientos. Desde la perspectiva del heurístico en V, la mayor parte del aprendizaje sólo está relacionado con la parte derecha de la V, y aún así con escasas posibilidades de relacionar hechos o registros relevantes. Rara vez se toman en consideración los elementos de la parte izquierda de la V y cuando se mencionan las teorías o la filosofía, pocas veces se relacionan explícitamente con otros elementos para demostrar las sencillas, pero a la vez sutiles maneras en que se generan los nuevos conocimientos.

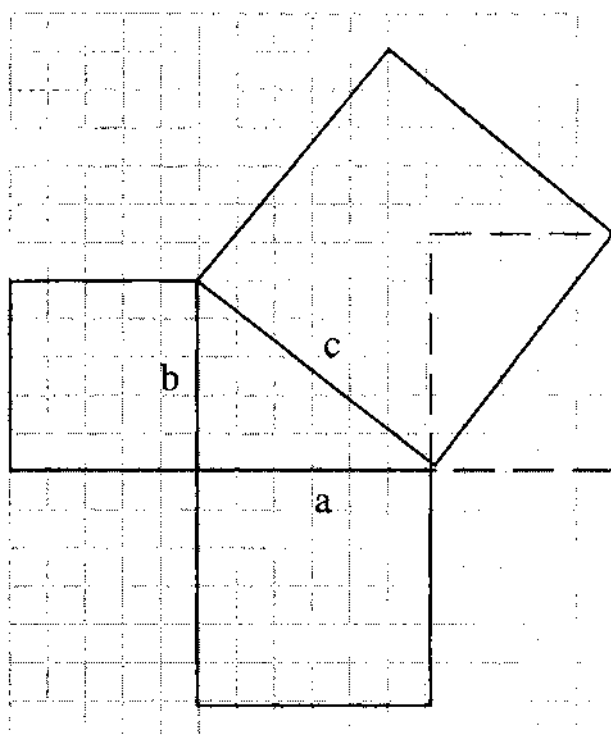
Tanto en la enseñanza de las ciencias como en la de las matemáticas, la materia es por norma *conceptualmente opaca*; o sea, los alumnos (y a menudo, también los profesores) rara vez visualizan la estructura de los conceptos y las relaciones entre conceptos que dan sentido a los enunciados que memorizan o los problemas matemáticos que resuelven aplicando algún algoritmo. Para que pueda ser aprendida significativamente, la materia debe ser *conceptualmente transparente*. Los estudiantes necesitan ayuda para construir y aplicar las estructuras conceptuales jerarquizadas a la interpretación de los hechos, enunciados y reglas de procedimiento que memorizan. En la secuencia de los actos educativos tiene cabida el aprendizaje memorístico, cuando se identifica por primer vez una regla o principio, pero después debe procederse rápidamente a averiguar lo que dicha regla o principio *significa*. Podemos memorizar el principio

$F = ma$ , ¿pero qué significa que la fuerza es igual a la masa multiplicada por la aceleración? ¿Qué es la *masa*? ¿Qué es la *fuerza*? ¿Qué es la *aceleración*? ¿De dónde proceden estas ideas?

Piénsese en un ejemplo familiar de las matemáticas como es el teorema de Pitágoras:  $a^2 + b^2 = c^2$  o la suma de los cuadrados de los catetos de un triángulo rectángulo es igual al cuadrado de la hipotenusa. Ahora considérese la idea expuesta en la figura 9. ¿La suma de las áreas  $a^2$  y  $b^2$  es igual al área  $c^2$ ? Es fácil contar los cuadros en los lados  $a$  y  $b$ , pero en la hipotenusa  $c$  es otro problema. Sin

Figura 9

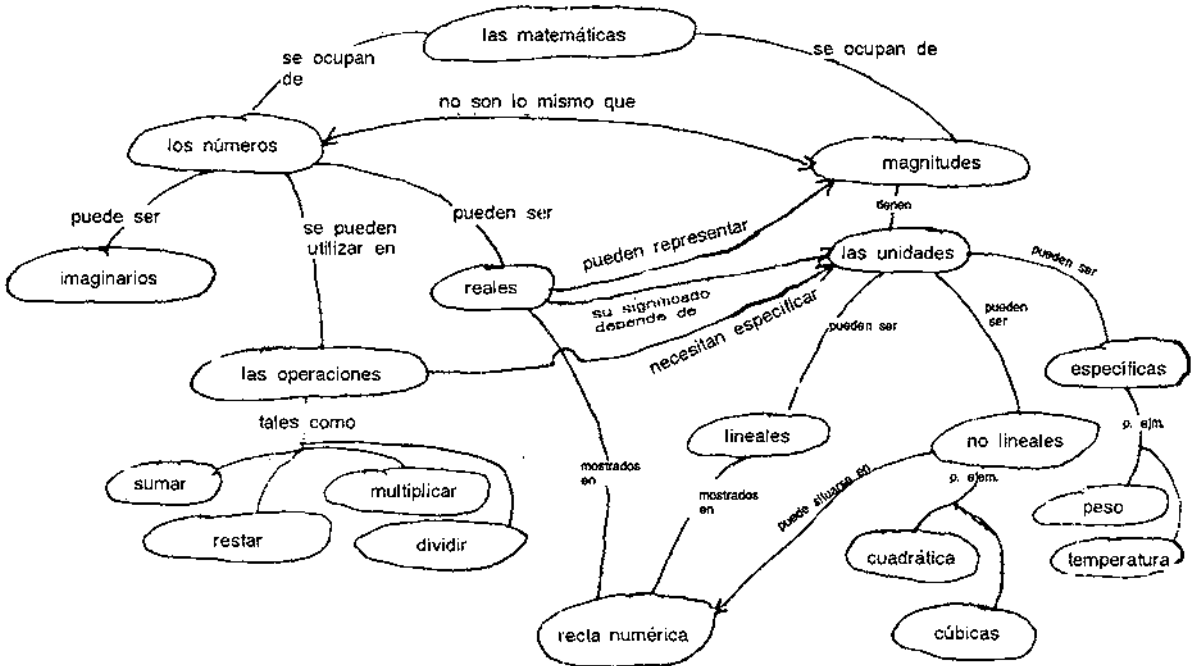
Representación geométrica del teorema de Pitágoras:  $a^2 + b^2 = c^2$ . Cuando los cuadrados se dibujan en papel milimetrado, los alumnos pueden ver la manera de conceptualizar el teorema.



embargo, si construimos un rectángulo sobre los elementos diagonales (líneas de trazos), resulta fácil contar los cuadros y a continuación dividir por dos para obtener el número de cuadros de este segmento. Por supuesto, estamos refiriéndonos aquí a conceptos muy básicos. Los segmentos  $a$ ,  $b$  y  $c$  son dimensiones *lineales* que podemos transportar a una *línea numérica*. Sin embargo,  $a + b$  no es igual a  $c$  aunque  $a^2 + b^2$  sea igual a  $c^2$ . Estas últimas son unidades *cadráticas*, no unidades lineales y representan *áreas*, no dimensiones lineales. Análogamente,  $a^3$  es fundamentalmente diferente de  $a$  o  $a^2$  toda vez que representa unidades tridimensionales de *volumen*. Si examinamos los conceptos y las relaciones entre los mismos en nuestro sencillo ejemplo comenzamos a ver cómo se desprenden varias ideas muy básicas de álgebra y geometría. Algunos de estos conceptos y relaciones se muestran en la figura 10.

Figura 10

Mapa conceptual utilizado para representar algunos conceptos muy básicos de matemáticas. Los alumnos a menudo no comprenden que aunque los números pueden emplearse para representar *magnitudes*, las magnitudes no son lo mismo que los números. Los alumnos tanto de ciencias como de matemáticas se equivocan a menudo en la resolución de problemas debido a la falta de comprensión de los conceptos básicos que se muestran aquí.



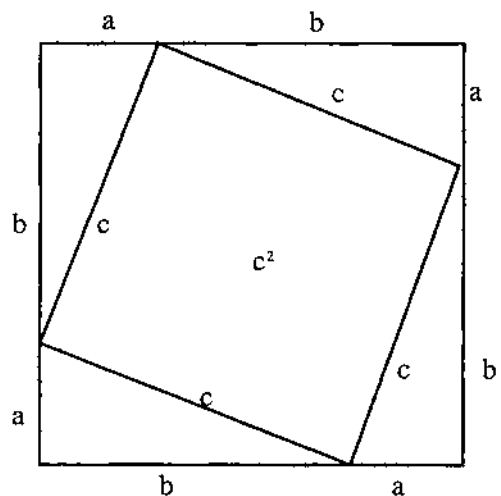
En la figura 11 vemos otra representación de conceptos algebraicos en forma geométrica. De nuevo se observa que las *unidades* lineales no son lo mismo que las *unidades* cuadráticas. Uno de los motivos por los que los estudiantes encuentran tantas dificultades para aplicar las matemáticas a la ciencia reside en que la enseñanza de las matemáticas no distingue entre los números como tales y números como representaciones de magnitudes. Ambos pueden transportarse a líneas numéricas, pero cada clase de magnitud necesita de su propia línea numérica. ¡No podemos decir que 3°C más 5 micras sean igual a 8!

La materia no es simplemente materia. Dependiendo de como se exponga, puede resultar conceptualmente transparente u opaca. En la enseñanza de las matemáticas es más bien lo segundo.

¿Son necesarios los cursos sobre «aprender cómo aprender» en los colegios? Creo que no. Lo que es preciso es que cada profesor incorpore tácticas de aprendizaje y prácticas de evaluación que obliguen a los estudiantes a utilizar planteamientos coherentes con el aprendizaje significativo, si quiere tener éxito. Si esto se pone en práctica desde el primer curso, el animar a los estudiantes mayores a adoptar el aprendizaje significativo debería resultar más fácil en lugar de más difícil. Ciertas investigaciones están empezando a aportar pruebas de

Figura 11

Representación geométrica de algunos conceptos básicos de álgebra. Cuando se relacionan el álgebra y la geometría con construcciones del mundo real se ayuda a los alumnos a hacer la materia «conceptualmente transparente».



$$(a+b)^2 = a^2 + b^2 + 2ab$$

$$(a+b)^2 - c^2 = 4(\cdot/ab)$$

que el uso de mapas conceptuales y diagramas en V en la enseñanza de las ciencias y las matemáticas puede ser de gran ayuda (Novak, en revisión).

La creciente práctica en los colegios de los EEUU de introducir cursos sobre «destrezas del pensamiento» está resultando contraproducente en muchos casos. Carga aún más un programa escolar de por sí bastante denso y a menudo no consigue cambiar el modo de enseñanza y aprendizaje en otras clases. Es una conveniencia administrativa, pero no veo prueba alguna de mejoras sustanciales en el aprendizaje escolar como consecuencia de los cursos sobre «destrezas del aprendizaje», a pesar de lo reivindicado por algunos en este sentido (Adams 1989). Sin embargo, sí que veo y valoro la necesidad de talleres especiales o cursos breves para profesores de todos los niveles en los que se les enseñe a contribuir a que sus estudiantes aprendan a aprender *significativamente*, al menos hasta que se incluya como materia corriente en todos los programas de preparación de profesorado, incluidos los de evaluación de los mismos. Este congreso es un buen ejemplo.

Finalmente, hablemos del *entorno social* como elemento educativo que a menudo limita más que realza el esfuerzo de los profesores para ayudar a los alumnos a que aprendan significativamente. Ya se ha discutido la influencia negativa de los programas de exámenes tanto a nivel escolar como estatal. La realidad política en la mayoría de los países es tal que algún tipo de evaluación de los estudiantes (e, indirectamente, de los profesores y colegios) probablemente va a seguir utilizándose durante mucho tiempo. Lo que se precisa son programas de evaluación mucho más imaginativos que los que están siendo utilizados actualmente a gran escala. Parte de los trabajos que Tamir (1974) y sus colegas de Israel vienen desarrollando se perfilan como alternativas prometedoras. Creemos que la utilización de mapas conceptuales y del heurístico en V representa alternativas prometedoras, pero plantea el problema de que no podemos evaluar a los alumnos con una herramienta que jamás hayan visto con anterioridad.

Por otro lado, la inclusión de mapas conceptuales semi-estructurados y diagramas en V en los programas de evaluación estatales o nacionales representaría un gran incentivo para que los profesores utilizaran estas herramientas. Los mapas conceptuales han sido utilizados en Victoria (Australia) en exámenes finales de último curso de bachiller con cierto éxito (Martin, comunicación personal).

Existe un conjunto creciente de pruebas de que el uso de prácticas docentes que fomenten el aprendizaje significativo además lleva con el tiempo a mejoras en los «exámenes tipo». Una de las dificultades con que nos tropezamos para demostrarlo taxativamente estriba en que la mayor parte de nuestras investigaciones se han llevado a cabo con un sólo profesor, una sola asignatura y durante un único curso escolar como máximo. No hemos tenido la oportunidad de trabajar con un distrito escolar en donde un tercio o la mitad de los profesores se dedicaran exclusivamente a prácticas de aprendizaje significativo en diversas asignaturas y a lo largo de

varios cursos escolares. Actualmente estoy trabajando con algunos que intentan orientarse en esta dirección y puede que haya otros colegios dispuestos a aplicarse a la tarea. Bar-Lavie (1989, comunicación personal) en Jerusalén (Israel) está intentando cambiar los programas de ciencias de su distrito en la dirección del compromiso con el aprendizaje significativo.

El dinero siempre es un factor a tener en cuenta en cualquier empresa y la escolarización no es ninguna excepción en este sentido. Sin embargo, no cuesta mucho más desarrollar programas y libros de texto conceptualmente transparentes que opacos. No cuesta más hacer hincapié en la construcción de significados, utilizar estrategias de exaltación del ego como el aprendizaje cooperativo o educar a los profesores en estas estrategias que hacerlo en las estrategias tradicionales. Mejorar las prácticas evaluativas puede costar más que los exámenes tipo que empleamos en la actualidad, pero éstos son costes que la sociedad puede sufragar con facilidad; y son nimios comparados con otros costes de la escolarización. El dinero no es el obstáculo principal para mejorar el aprendizaje escolar. Económicamente, no nos cuesta nada cambiar de parecer sobre lo que tiene valor en el aprendizaje escolar.

### ¿QUÉ PERSPECTIVAS HAY PARA LA CAPACITACIÓN DE LAS PERSONAS?

En su libro *Megatrends*, Naisbitt (1982) describía diez «supertendencias» que este autor cree que apuntan el rumbo no sólo para los Estados Unidos, sino para todo el mundo industrializado. Las diez supertendencias en cuestión son las siguientes:

1. Sociedad Industrializada → Sociedad de la Información.
2. Tecnología Impuesta → Alta Tecnología/Alta sensibilidad.
3. Economía Nacional → Economía Mundial.
4. Corto Plazo → Largo Plazo.
5. Centralización → Descentralización.
6. Ayuda Institucional → Ayuda Propia.
7. Democracia Representativa → Democracia Participativa.
8. Jerarquías → Redes.
9. Norte → Sur (EEUU).
10. Disyuntiva → Opción múltiple.

Se esté o no de acuerdo con la lista de supertendencias de Naisbitt, es innegable que la mayoría de estos cambios llegará a producirse. El número tres de la lista cobrará fuerza cuando entre en vigor el Mercado Común Europeo en 1992. Algunas de las otras tendencias pueden tardar algo más en manifestarse y, de hecho, nosotros los educadores seremos un factor clave que determine a qué velocidad y con qué calidad se hacen realidad estas tendencias. Así, por ejemplo, la tendencia de una «ayuda institucional», hacia una «ayuda propia» depende de lo eficaces que seamos ayudando a nuestros estudiantes a ocuparse de las facetas fundamentales de su vida. Cada

una de las tendencias precisa que se eduque a una ciudadanía a encontrar soluciones nuevas, nuevas formas de hacer las cosas, nuevas formas de resolver los problemas. Esto es todo lo que sabemos sobre el aprendizaje humano: que sólo una escolarización centrada en el aprendizaje significativo puede capacitar a los alumnos para asumir su futuro de forma constructiva y creativa.

En gran parte del mundo el hambre y la pobreza son preocupaciones acuciantes. Para unos dos mil millones de ciudadanos, conseguir lo suficiente para comer, ropa y cobijo representa un problema y no la posibilidad de expresar creativamente sus aptitudes innatas. La «revolución verde» de los años sesenta y setenta nunca ha visitado a estas gentes. Sí que sabemos, sin embargo, cómo producir alimentos en abundancia y cómo aprovechar mejor los recursos naturales, y podemos aprender a crear sistemas mundiales de distribución que puedan como mínimo reducir la pobreza si no erradicarla por completo. Lo que se necesita es un compromiso crecien-

te por parte de aquéllos que ahora nadan en la abundancia, de ayudar a los que tienen tan poco. Pero esta clase de altruismo no se puede construir sobre la base de una educación de por sí fraudulenta, diseñada para notas y puntuaciones de exámenes aun cuando su logro no suponga la capacitación del alumno. Si queremos conseguir ciudadanos morales debemos proporcionarles una educación intrínsecamente moral.

Se ha dicho que no hay nada tan imparabile como una idea a la que ha llegado su hora. Conservemos la esperanza y trabajemos juntos para convertir las espadas en arados y utilizar los recursos para mejorar la calidad de la educación. Creo que sabemos lo suficiente como para dar un salto cuántico hacia la escolarización, sobre todo en las ciencias y matemáticas, que contribuya a que nuestros alumnos aprendan a aprender. Esta clase de educación conducirá a una tipo de capacitación humana, que es necesaria si queremos estar en disposición de ocuparnos de nuestra «Nave Espacial Tierra» y de los demás.

### NOTA:

Artículo traducido por Antonio Losada y revisado por Óscar Barberá y Jordi Roig.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUSUBEL, D.P., 1963. *The Psychology of Meaningful Verbal Learning*. (Nueva York: Grune & Stratton).
- AUSUBEL, D.P., 1968. *Educational Psychology: A Cognitive View*. (Nueva York: Holt, Rinehart & Winston).
- AUSUBEL, D.P., NOVAK, J.D., y HANESIAN, H., 1978. *Educational Psychology: A Cognitive View*, 2ª edición. (Nueva York: Holt, Rinehart & Winston). Reimpresión, 1986 (Nueva York: Warbel & Peck).
- AUSUBEL, D.P., NOVAK, J.D., y HANESIAN, H., 1983. *Psicología Educativa: Un Punto de Vista Cognoscitivo*. (Méjico: Trillas).
- BHLENKHY, M. F., CLINCHY, B., GOLDBERGER, N. R. y TARULE, J. M., 1986. *Woman's Ways of Knowing*. (Nueva York: Basic Books).
- CASE, R., 1987. The Structure and Process of Intellectual Development, *International Journal of Psychology* 22, pp. 571-607.
- CHI, M., PAUL, T. H., FLETOVICH, P. J., y GLASER, R., 1981. Categorization and Representation of Physics Problems by Experts and Novices, *Cognitive Science*, 5(2), pp. 121-152.
- FREIRE, P., 1970. *Pedagogy of the Oppressed*. (Nueva York: Seabury Press).
- FREIRE, P., 1985. *The Politics of Education*. (South Hadley, MA: Bergin & Gravey).
- FROMM, E., 1956. *The Art of Loving*. (Nueva York: A Bantam Book, Harper & Row).
- FROMM, E., 1981. *El arte de amar*. (Barcelona: Paidós).

- GILLIGAN, C., 1982. *In a Different Voice: Psychological Theory and Women's Development*. (Cambridge, MA: Harvard University Press).
- GOULD, S. J., 1981. *The Mismeasure of Man*. (Nueva York: W.W. Norton)
- GOULD, S.J., 1981-1984. *La falsa medida del hombre*. (Bosch: Barcelona).
- GOWIN, D.B., 1981. *Educating*. (Ithaca, NY: Cornell University Press).
- HANGEN, J. (en revisión). *Educational Experience as a Factor in Bulimia and Anorexia*. Tesis Doctoral no publicada. (Ithaca, NY: Departamento de Educación, Cornell University).
- HARRIS, T. A., 1967. *I'm OK-You're OK*. (Evanston, IL: Harper & Row).
- JOHNSTON, A. H. y KELLETT, C., 1980. Learning Difficulties in School Science: Towards a Working Hypothesis, *European Journal of Science Education*, 2(2), pp. 175-181.
- KELLEY, G. A., 1955. *The Psychology of Personal Constructs*, Vol. 1 y 2. (Nueva York: W. W. Norton).
- KERR, P., 1988. *A Conceptualization of Learning, Teaching and Research Experiences of Women Scientists and Its Implications for Science Education*. Tesis Doctoral no publicada. (Ithaca, NY: Departamento de Educación, Universidad de Cornell).
- MAZUR, J. M., 1989. *Using Concept Maps in Therapy with Substance Abusers in the Context of Gowin's Theory of Educating*. Tesis Doctoral no publicada. (Ithaca, NY: Departamento de Educación, Universidad de Cornell).
- MOREIRA, M. A., y NOVAK, J. D., 1988. Investigación en Enseñanza de las Ciencias en la Universidad de Cornell: Esquemas Teóricos, Cuestiones Centrales y Abordes Metodológicos, *Enseñanza de las Ciencias*, 6(1), pp. 3-18.
- NAISBITT, J., 1982. *Megatrends: Ten New Directions Transforming Our Lives*. (Nueva York: Warner Books).
- NOVAK, J. D., 1977. *A Theory of Education*. (Ithaca, NY: Cornell University Press).
- NOVAK, J. D., 1982. *Teoría y Práctica de la Educación*. (Madrid: Alianza Editorial, SA).
- NOVAK, J. D., 1987. Human Constructivism: Toward a Unity of Psychological and Epistemological Meaning Making, en Joseph D. Novak (ed.), *Proceedings of the Second International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics*. (Ithaca, NY: Departamento de Educación, Universidad de Cornell). Hay versión castellana en *Enseñanza de las Ciencias*, 6, pp. 213-223.
- NOVAK, J. D., 1988. Learning Science and the Science of Learning, *Studies in Science Education*, 15, pp. 77-101.
- NOVAK, J. D. (en revisión). Concept Maps and Vee Diagrams: Two Metacognitive Tools to Facilitate Meaningful Learning.
- NOVAK, J. D. y GOWIN, D. B., 1984. *Learning How to Learn*. (Nueva York: Cambridge University Press).
- NOVAK, J. D. y GOWIN, D. B., 1988. *Aprendiendo a Aprender*. (Barcelona: Ediciones Martínez-Roca).
- NOVAK, J. S. y MUSONDA, D. (en prensa). A 12-Year Longitudinal Study of Science Concept Learning, *Instructional Science*.
- REED, H. B., 1938. Meaning as a Factor in Learning, *Journal of Educational Psychology*, 29, pp. 419-443.
- SCHWAB, J., 1973. The Practical 3: Translation into Curriculum, *School Review*, 81(4), pp. 501-522.
- SKINNER, B. F., 1938. *The Behavior of Organisms: An Experimental Analysis*. (Nueva York, Londres: D. Appleton-Century Co., Inc.).
- TAMIR, P., 1974. An Inquiry Oriented Laboratory Examination, *Journal of Educational Measurement*, 11, pp. 25-33.
- VON GLASERSFELD, E., 1988. Introducción al constructivismo radical, en P. Watzlamick (ed.), *La realidad inventada*. (Barcelona: Gedisa).