

MAPAS CONCEPTUALES COMO UNA MANERA DE REPENSAR LA ENSEÑANZA

Rafael Pérez Flores

Profesor-investigador del Departamento de Ciencias Básicas, DCBI, UAM-A.

Introducción

Las transformaciones que se dan constantemente en las sociedades originan reflexiones en las organizaciones sobre su papel, su compromiso y, en particular, sobre la manera como afrontan nuevas necesidades y demandas sociales. En el caso de las instituciones educativas, la reflexión en el ámbito pedagógico es importante para brindar una mejor formación a los estudiantes, acorde a las características del contexto.

Cuando aparecen cambios en el ámbito de la vida cotidiana de las sociedades, es previsible que también surjan en las instituciones educativas de cualquier nivel, desde la educación básica hasta la superior. Como ejemplo de lo anterior, en referencia al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), producto de la conformación de

la Unión Europea, los cambios en las aulas universitarias —lugar donde se concretan metodologías para la enseñanza y el aprendizaje— son parte del proceso de Convergencia Europea de la Educación Superior. Por otra parte, ante lo que hoy se conoce como la “sociedad de la información” o la “sociedad del conocimiento” y ante variaciones en los modelos económicos, es fundamental impulsar en las aulas acciones diferentes que permitan apreciar la evolución de los aprendizajes.

Las características evidentes y comunes en las sociedades actuales de casi todos los países —está de sobra hablar, entre muchos otros aspectos, de los esquemas neoliberales— obligan a la reflexión y discusión del papel de las universidades y su compromiso social. Hoy en día, igualmente, hablar de cambios para coadyuvar en la formación del estudiante exige especial

atención en el proceso del aprendizaje y de la enseñanza de cara a concretar formas de actuar en el aula diferentes a las habituales. En otras palabras, es prioritario no olvidar la importancia de la didáctica y llevar a cabo acciones en las aulas para impulsar la actividad cognitiva del estudiante que le permita el desarrollo de su potencial de pensamiento para, a su vez, impulsarlo a aprender a aprender. Como lo describen diferentes autores, se trata de que el estudiante logre una autonomía metacognitiva que le facilite su integración al contexto social actual, caracterizado por la información, el conocimiento y una gran diversidad de actividades.

Las reflexiones sobre la contemporaneidad originan cambios que se concretan en reformas a los modelos educativos, pero las reflexiones sobre el pasado también deben nutrir las transformaciones. La consideración sobre el pasado puede traer como consecuencia el retomar aspectos de gran valor para los procesos de formación. Los cambios educativos o pedagógicos que se llevan a cabo no son producto únicamente de los contextos sociales actuales o de nuevos paradigmas en educación, ni la manifestación de modernas metodologías para el aula que emergen de nuevos marcos teóricos o de ideas de moda. Los cambios educativos también surgen de reflexiones sobre el gran valor desatendido o desconocido de las metodologías tradicionales o clásicas. Lo anterior no pretende sugerir un análisis profundo para determinar con exactitud el porqué de las transformaciones en las organizaciones educativas. Se trata de proporcionar más elementos que orienten sobre posibles propuestas o concreciones en la labor formativa del aprendiz en el aula. Esto, desde luego, en un marco en el que más que contraponer o subestimar teorías se busque armonizar las ideas.

1. Paradigma cognitivo

Muchas de las propuestas curriculares actuales se encuentran enmarcadas en lo que se conoce como el “paradigma cognitivo en educación”. Destacan las iniciativas y los logros en la parte metodológica del diseño curricular. Hoy en día

este paradigma es uno de los más importantes y con mayor prospectiva en el contexto educativo. Roman y Díez (1999) comentan que, ante la inoperancia en el aula y en las instituciones educativas, en general, del paradigma conductual, un gran número de personas dedicadas a la didáctica y a la psicología, sobre todo en la década de 1970 —con algunas excepciones anteriores—, se dedicaron a la investigación y búsqueda de un modelo alternativo. Se llegó a destacar la importancia de anteponer o primar el desarrollo de la cognición como uno de los objetivos de la educación.

En cuanto a enseñanza se refiere, el paradigma cognitivo considera que la educación debe orientarse al logro de aprendizajes significativos (con sentido) y al desarrollo de habilidades estratégicas generales y específicas de aprendizaje. Se considera que la educación es un proceso sociocultural mediante el cual una generación transmite a otra saberes y contenidos valorados culturalmente, que se expresan en los distintos currículos, tanto en los niveles básicos como en los superiores. Dichos contenidos deben ser aprendidos por los alumnos de la manera más significativa posible. Esto implica la planificación y la organización de los procesos didácticos para que recreen las condiciones mínimas para aprender significativamente.

Siguiendo estas notas sobre la concepción de la enseñanza, el profesor debe partir de la idea de que el alumno es activo y que aprende significativamente, que puede aprender a aprender y a pensar. El profesor se centrará en la tarea de la confección y organización de experiencias didácticas para lograr el aprendizaje significativo. El alumno, por su parte, como sujeto activo, es un procesador de información que posee gran potencial de aprendizaje por desarrollar, entendido como un conjunto de capacidades y destrezas cognitivas para aprender y solucionar problemas.

Respecto a la evaluación, el profesor debe centrar su interés en los procesos cognitivos de los alumnos durante el proceso de aprendizaje. Hoy en día se hace hincapié en la evaluación de procesos más que en la evaluación de pro-

ductos. El docente está obligado a considerar los conocimientos previos del estudiante, el tipo de capacidades y destrezas empleadas cuando éste elabora el conocimiento, el tipo de metas que persigue, etc. Evaluar procesos consiste en buscar las evidencias de determinados desarrollos mentales —implícitos en las matemáticas— que el alumno tiene que llevar a cabo para obtener resultados concretos. En otras palabras, no hay que dar demasiado peso a los resultados en detrimento de los procesos de pensamiento.

Ahumada (2005) hace hincapié en los elementos motivacionales y afectivos que intervienen en el aprendizaje. La motivación se refuerza cuando se diseñan actividades con metas alcanzables por el alumno, lo que contribuye al aprendizaje. Lo anterior alude a un aspecto fundamental de la motivación previo a la evaluación: la enseñanza debe partir de actividades auténticas o reales, es decir, de formas de proceder del docente, asequibles al intelecto del alumno, que reflejen una verdadera comprensión en el aula. Asimismo, el diseño de instrumentos para evaluar no debe olvidar los tiempos que se requieren para producir cambios en la estructura cognitiva. No es esperable que un alumno adquiera maduración intelectual (dominio de un contenido) en tan sólo un ciclo escolar, cuando al experto le llevó mucho más tiempo.

La reflexión del docente sobre su propio desempeño también debe considerarse. Ahumada (2005) señala que una tarea difícil y delicada del maestro es la evaluación o autoevaluación de su propia enseñanza. Afirma que la efectiva actuación del docente implica una enseñanza en la cual perciba que, efectivamente, está propiciando un aprendizaje en el estudiante. El docente tiene que evaluar el aprendizaje sabiendo que lo está propiciando.

2. El modelo Aprendizaje-Enseñanza: la recuperación del valor de las clases teóricas

Las ideas expuestas en los siguientes renglones versan sobre las clases en el contexto universitario. Tal como se indicó, antes de emprender cambios impulsados por la contemporaneidad,

concretados en las diferentes reformas a los modelos educativos, se debe reflexionar y encontrar (o reencontrar) el gran potencial educativo del pasado, en particular el de las llamadas “clases teóricas”. No se trata de contraponer las ideas actuales sobre educación con las de otros tiempos. Se intenta armonizar las posturas al apreciar que los actuales paradigmas en educación, además de proponer metodologías nuevas para la enseñanza y el aprendizaje, permiten rescatar lo olvidado de las posturas clásicas.

Se considera que lo apropiado para las aulas universitarias son las clases teóricas. Sin embargo, en la actualidad, las formas habituales de proceder con los universitarios no retoman los aspectos esenciales de aquéllas. Las clases habituales han olvidado que la motivación para aprender en el estudiante la impulsa, en gran medida, la comprensión del conocimiento. Esto, a su vez, depende de las características de la actuación del profesor, de la manera como transmite la información.

Uno de los elementos de los diseños curriculares se relaciona con la forma de organizar y llevar a cabo los procesos de enseñanza y aprendizaje en el aula, es decir, con la metodología. En este aspecto, y por lo general, en las aulas universitarias no se retoman los elementos formativos de las clases teóricas o tradicionales. Comúnmente, la metodología de las clases habituales gira en torno del proceso de enseñanza —entendido como exposición de contenidos— y se olvida el aprendizaje. Pero la exposición de contenidos no es lo mismo que la transmisión de información encaminada a propiciar el aprendizaje. Dicha exposición, como forma de transmisión, la mayoría de las veces olvida al alumno como receptor. Sí ocurre la recepción en el sentido de que algo se oye, pero ese oír no es educativo. Esto puede considerarse como un modo irreflexivo de transmisión, una forma que trae como consecuencia memorización y poco desarrollo del pensamiento, poco aprendizaje.

Por lo general, como lo describe De Miguel Díaz (2006), en las clases teóricas universitarias se utiliza como herramienta didáctica la exposición verbal de los contenidos por parte del

profesor. En muchas ocasiones, las clases habituales consisten en una exposición diseñada por el maestro, que se concreta a hablar a los estudiantes, con lo que se olvida promover la interacción con el aprendiz. También es frecuente un número grande de contenidos en los programas de estudio, lo que sólo permite dirigirse a los estudiantes sin atender la comprensión de los conocimientos.

Como una reflexión sobre el actuar docente, bien merece la pena preguntarse qué papel desempeñan los métodos que se concretan sólo a exponer muchos contenidos durante un curso. La respuesta es clara y corta: un papel pobre para el aprendizaje.

La planificación didáctica de una asignatura no debería limitarse a distribuir los contenidos a lo largo de unas semanas o meses y después, independientemente de esto, a señalar algunas recomendaciones sobre metodología para el aula. Una gran limitación de los programas, en particular de los universitarios actuales, es que no permiten aplicar procedimientos encaminados a lograr uno de los principales objetivos generales de toda asignatura: el aprendizaje de conocimientos, ya que impiden poner en marcha metodologías en las que queden implícitos los valiosos elementos educativos de las auténticas clases teóricas; la transmisión de información encaminada a propiciar el aprendizaje entendido como desarrollo de procesos de abstracción, y la pluralidad metodológica.

En los diseños curriculares, la metodología para llevar a cabo el aprendizaje es lo que debe orientar la decisión sobre la cantidad de contenidos, es decir, con tales y cuales actividades que contribuyen al aprendizaje ¿cuánto material se puede cubrir durante un curso? Se necesita averiguar la manera como se aprende y, en función de ello, diseñar y planificar un conjunto de actividades para el aula. Se debe evitar que una gran cantidad de contenidos obligue a sólo exponerlos. Acorde con lo anterior, algunos autores prefieren hablar del proceso aprendizaje-enseñanza más que del proceso enseñanza-aprendizaje. Se trata de averiguar cómo aprende el aprendiz para diseñar la enseñanza y, posteriormente, determi-

nar el número pertinente de contenidos para un curso.

Exponer ante los alumnos durante hora y media un conjunto de conocimientos es labor fácil, muy cómoda para el profesor, pero proceder en el aula luego de planificar una serie de actividades que incluyan la asimilación de los contenidos por parte del aprendiz, es una tarea ardua para el docente y es parte, además, del compromiso social de las organizaciones educativas. Se trata del reto de las clases teóricas.

Aun en las aulas universitarias es imprudente considerar que el aprendizaje es sólo responsabilidad del estudiante. Una institución educativa de calidad no es la que cuenta con expertos en un conocimiento específico que concretan su acción educativa hablando a un auditorio, sino aquella que se responsabiliza, junto con el estudiante, del aprendizaje.

El compromiso social de las organizaciones educativas puede ser interpretado como el desarrollo integral del potencial del estudiante, esto es, de capacidades y actitudes que coadyuven a obtener un aprendizaje significativo de contenidos que, a su vez, estimula la estructura cognitiva, entendida como el desarrollo de las operaciones del pensar.

Tal como lo señala De Miguel Díaz (2006), son tres los objetivos de las clases teóricas: facilitar información a los estudiantes, promover la comprensión de conocimientos y estimular su motivación hacia el aprendizaje. Estos objetivos, lejos de alcanzarse hablando a los estudiantes, se lograrán mediante la implementación de herramientas didácticas diferentes.

La reflexión sobre el gran valor desatendido o desconocido de las auténticas metodologías tradicionales o clásicas, junto con la indagación de propuestas enmarcadas en los paradigmas contemporáneos en educación, pueden traer como frutos aspectos educativos valiosos en los que el compromiso social de las instituciones educativas está implícito.

Hablar de clases teóricas es tratar un tema muy extenso, ya sea en sus aspectos generales o en algo más particular, como la clase de teoría psicológica, de teoría económica, física o

matemáticas. La mayoría de los puntos que se tratarán a continuación sobre las clases teóricas está relacionada principalmente con un contenido de gran riqueza educativa y frecuentemente mencionado cuando se habla de problemas de aprendizaje. Se trata de las clases teóricas de matemáticas.

3. Hacia un cambio en las aulas universitarias: una propuesta didáctica para la enseñanza de las matemáticas

3.1 Algunos antecedentes

Hablar de una propuesta didáctica para la enseñanza de las matemáticas es hablar de una forma particular de actuación del docente en el aula. Se trata de describir un planteamiento que ha surgido al profundizar en enfoques actuales educativos en los cuales los elementos valiosos de las clases teóricas para la formación están implícitos. Se trata, además, de una propuesta para coadyuvar al aprendizaje de las matemáticas, alejada de la mera exposición de contenidos.

Como es bien sabido, el contenido de las matemáticas es de gran importancia, entre otros aspectos por su aplicación en la ciencia, la tecnología y en contextos de la vida cotidiana. Pero, además, las matemáticas, como otros contenidos, tienen un gran valor educativo en todos los ámbitos, ya que permiten el desarrollo del pensamiento. A pesar de lo anterior, en todas las instituciones educativas se aprecian y distinguen situaciones difíciles. Hoy en día existen, a lo largo y ancho del mundo, problemas en torno a su enseñanza y aprendizaje; quizás esta realidad educativa ha ensanchado el interés por emprender, desde diferentes posturas, estudios que ofrezcan una alternativa.

En el marco del paradigma cognitivo en educación, la didáctica de las matemáticas se entiende como las maneras particulares de proceder en el aula para contribuir al aprendizaje; al mismo tiempo, considera que el aprendizaje de las matemáticas implica el desarrollo de varias capacidades y destrezas, es decir, el desarrollo de la cognición del aprendiz.

Como producto de la reflexión sobre diferentes modos de proceder en el aula, se ha encontrado que los mapas conceptuales representan una herramienta didáctica muy útil dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Los mapas conceptuales como guía para el profesor —mediador en el aula— son estructuras importantes para la práctica y el desarrollo de los procesos de abstracción o del pensamiento.

3.2 Mapas y aprendizaje: desarrollo del pensamiento

La elaboración de mapas por parte del docente y su utilización en las aulas permite un aprendizaje de los contenidos de manera constructiva y significativa, así como un adecuado almacenamiento del material en la estructura cognitiva del estudiante para disponer de ellos cuando se requiera (Ausubel, 1988). Un aprendizaje de calidad de las matemáticas se aprecia cuando los contenidos son utilizados correctamente al momento de solucionar problemas específicos de matemáticas o de la vida cotidiana.

El uso en el aula de mapas conceptuales y de estrategias didácticas permite el desarrollo cognitivo del aprendiz. Esto, a su vez, representa un adecuado almacenamiento de contenidos en la estructura cognitiva del estudiante, que implica un desarrollo del pensamiento. En este sentido, la actuación del docente guiada por mapas conceptuales permite una intervención cognitiva. Las matemáticas y los mapas se consideran medios para lograr el desarrollo de capacidades y destrezas cognitivas (Román, 1988).

3.3 Mapas, docentes y alumnos

Es de esperarse que surjan las siguientes preguntas: ¿cómo intervienen los mapas conceptuales en un curso de matemáticas?, ¿quién los elabora?, ¿se reduce una clase a la presentación de mapas conceptuales?, ¿cómo se logra el desarrollo del pensamiento utilizando como herramienta un conjunto de mapas conceptuales?, ¿cómo interactúan los mapas, el docente mediador y los alumnos? En las siguientes líneas se da respuesta

a los cuestionamientos anteriores y se detallan, sobre todo, las características de la actividad del profesor al integrar mapas conceptuales a su labor docente en el aula.

Como se mencionó, el profesor elabora sus mapas conceptuales del contenido de las matemáticas, en los que aparecen conceptos con diferentes grados de generalidad, gráficas o imágenes asociadas a los conceptos y ejemplos concretos de éstos, que contribuyen a visualizarlos, y al aprendizaje de las matemáticas (De Guzmán, 1996).

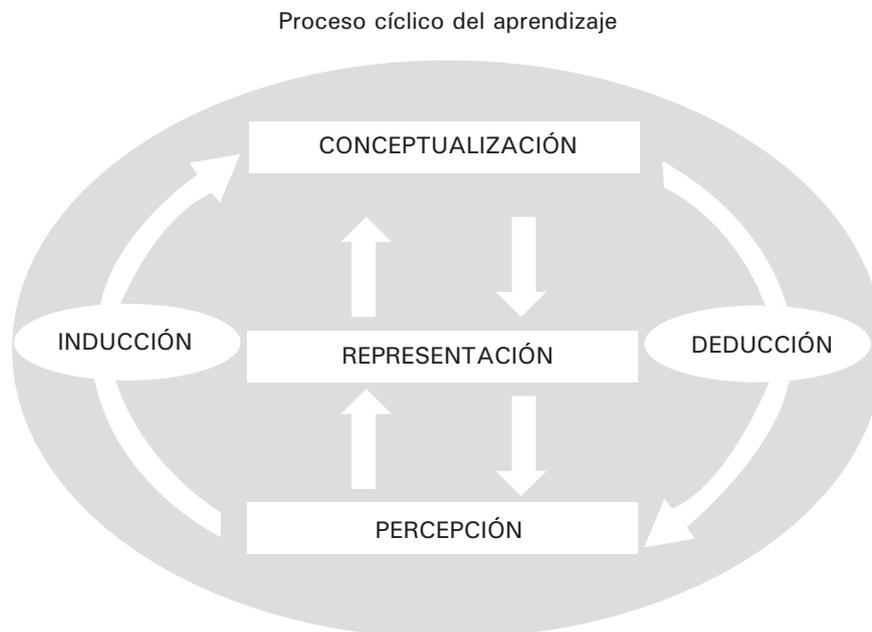
Las clases no consisten en presentar a los alumnos, en un inicio, los mapas que el profesor elabora. Estos representan una guía propia para su actuación docente en el aula. Se trata de dar a los alumnos, poco a poco, la información que aparece en los mapas, tratando de ir desde lo particular hasta lo general, ampliando y enriqueciendo la información. En otras palabras, se parte de la información colocada en la parte inferior de los mapas y se sube hasta la parte superior de éstos. La idea es ofrecer datos particulares asequibles al intelecto de los alumnos para ser percibidos. Posteriormente, con apoyo de imágenes y repre-

sentaciones gráficas (representación), se llega a la presentación de los conceptos (conceptualización). Partir desde lo particular hasta lo general promueve la realización de procesos de pensamiento inductivo, lo que significa un desarrollo o intervención cognitiva (Feuerstein, 1995).

El trabajo intelectual que el profesor realiza al elaborar los mapas que le servirán de guía significa considerar el proceso aprendizaje-enseñanza, es decir, averiguar cómo aprende el aprendiz para, en función de ello, diseñar la enseñanza. No se trata de una simple exposición de contenidos, sino de una presentación de éstos con una intención muy clara: respetar las fases del aprendizaje. Es importante mencionar que la percepción, la representación y la conceptualización son consideradas como las etapas básicas del aprendizaje (Román, 1988). Los mapas conceptuales guían para atender el proceso del aprendizaje (gráfica 1).

Al fomentar la percepción, la representación y la conceptualización, siguiendo este orden, se pone en práctica el pensamiento inductivo. Posteriormente, el profesor presenta sus mapas o los construye con los alumnos para promover los

Gráfica 1
Proceso cíclico del aprendizaje (tomado de Román, 1988)



procesos de pensamiento deductivo a partir de lo general hasta lo particular. De esta manera también se impulsa a los alumnos a que practiquen la elaboración de mapas. Luego de transcurrido cierto tiempo del curso, los alumnos realizan sus propios mapas con la supervisión del profesor, quién actúa como mediador del aprendizaje al favorecer el desarrollo del pensamiento (Vygotsky, 1979) y permitir aprender a aprender (Novak, 1988).

Tal como lo explica Ausubel, los procesos de pensamiento inductivo y deductivo son potenciados al disponer la información con respeto de las jerarquías conceptuales, pues se logran aprendizajes subordinados y supraordenados a partir de lo particular hasta llegar a lo general y viceversa (Ausubel, 1976). Desde la visión de Bruner y la teoría sobre el aprendizaje por descubrimiento, partir de un sistema enactivo hasta un sistema simbólico permite el desarrollo de procesos inductivos (Bruner, 1988). Como una interpretación particular de las ideas piagetanas, se considera que al contraponer hechos con conceptos y conceptos con hechos se llevan a cabo procesos inductivos y deductivos contribuyendo al aprendizaje constructivo (Piaget, 1979).

Es importante mencionar que los mapas conceptuales (Novak, 1998) desempeñan en el aula una función clave para representar los conocimientos, son un buen apoyo para el profesor y ayudan a organizar el conocimiento para enseñarlo (Novak, 1998), pero también ayudan a los alumnos en su desempeño escolar al tener aprendizajes de calidad (no memorísticos). Las gráficas II, III y IV muestran algunos ejemplos de mapas conceptuales construidos e integrados al proceso de enseñanza y aprendizaje de matemáticas durante un curso de cálculo. Cabe destacar que la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas no sólo se centran en conceptos, también se debe prestar mucha atención a los ejercicios y problemas, así como al desarrollo de habilidades para resolverlos. Por lo anterior, los mapas conceptuales no sólo consideran conceptos, también son importantes los mapas que muestran aspectos sobre los procedimientos para resolver problemas.

3.4 Objetivos que se pretenden con la elaboración y uso de mapas

Con la utilización de mapas conceptuales en el aula y con un conjunto de estrategias (como brevemente se han descrito), se favorece, en términos generales, el desarrollo cognitivo del aprendiz. En particular, con esta forma de proceder se busca estimular: 1) las destrezas de inducción y deducción, consideradas como parte de la capacidad de razonamiento lógico y 2) las destrezas de situar, localizar y expresar gráficamente, consideradas como parte de la capacidad orientación espacial. Cabe señalar que al desarrollar los procesos cognitivos implícitos en las matemáticas se desarrolla el pensamiento (De Guzmán, 1999).

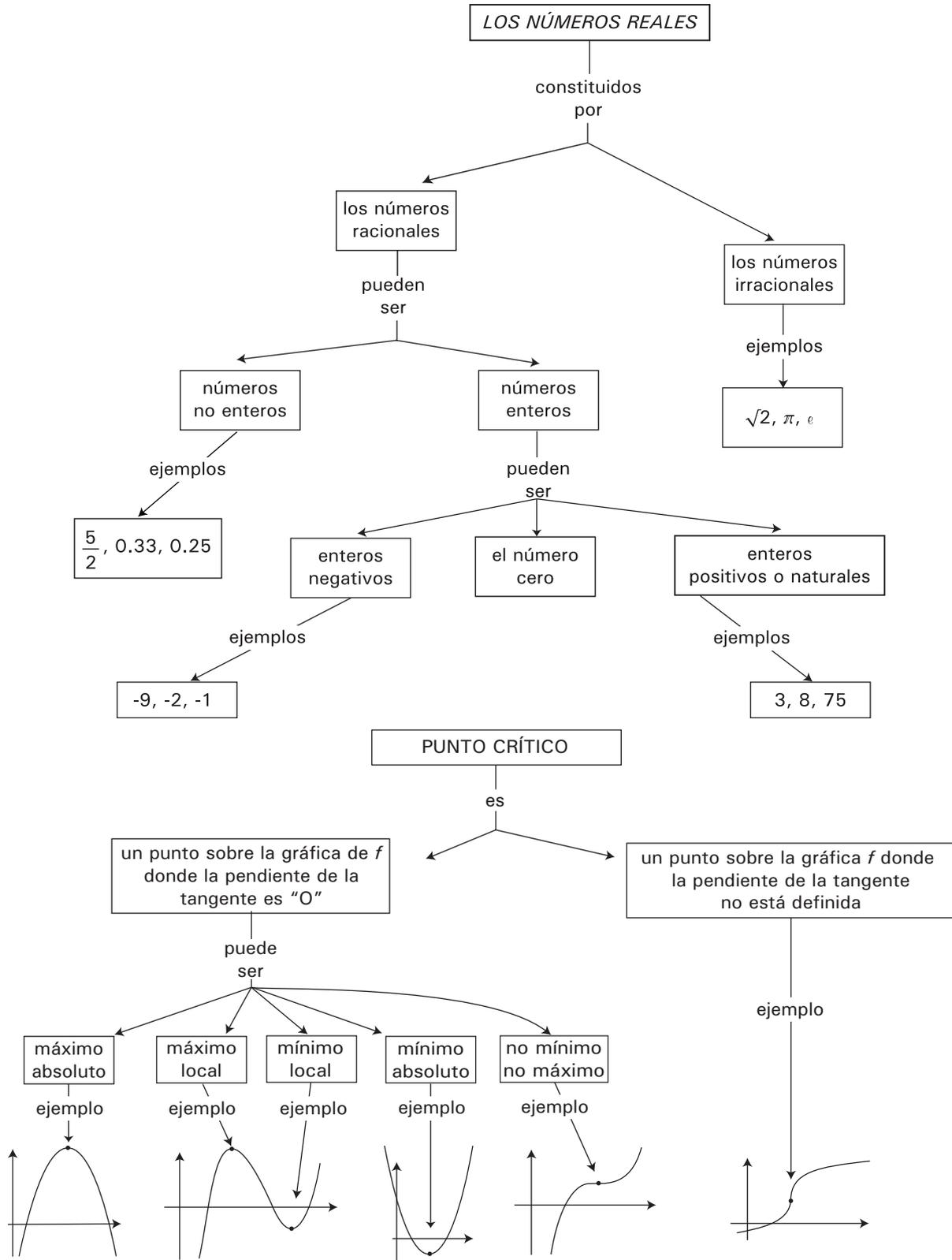
3.5 Metodología investigadora

Con la actuación del profesor orientada con los mapas que elabora y con el uso y realización de éstos por parte del alumno, ¿se logra un desarrollo del pensamiento sustancial en el estudiante?, ¿se logra un aprendizaje de las matemáticas? Las siguientes líneas versarán sobre la metodología investigadora que se ha seguido en diferentes etapas de experimentación.

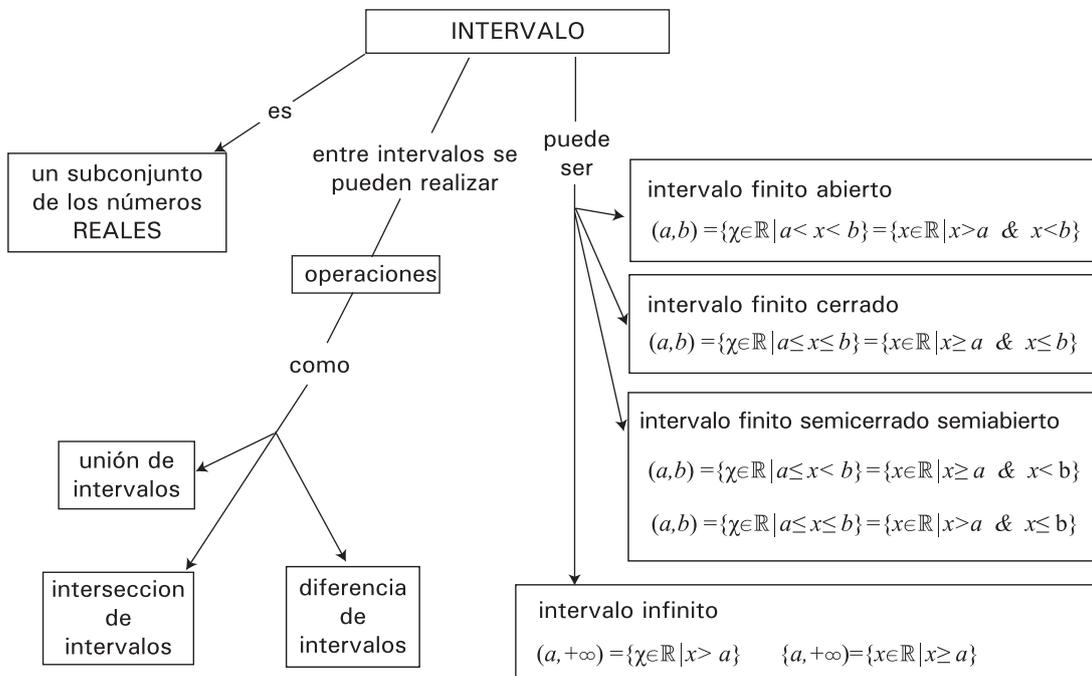
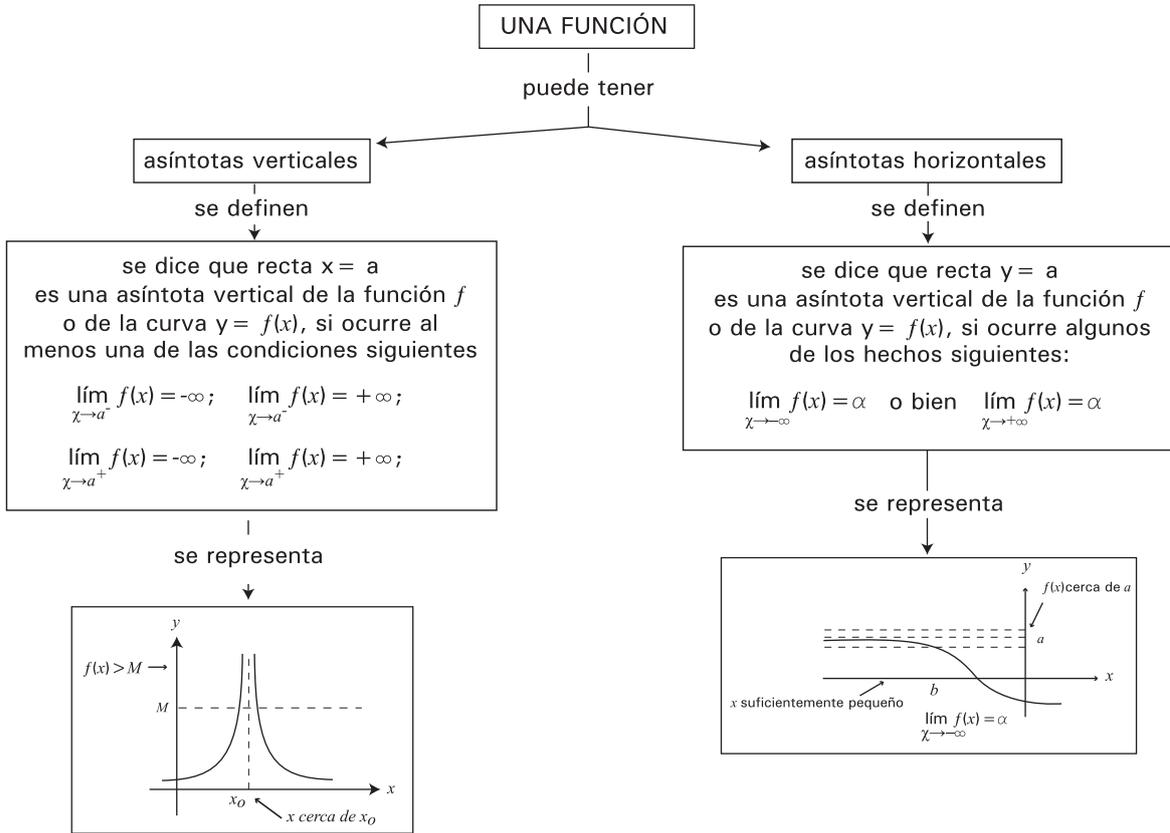
Se ha utilizado un diseño factorial 2×2 considerando un factor de medidas independientes con dos valores o niveles y un factor de medidas repetidas también con dos valores. El primero es el tratamiento cuyos niveles son: grupo experimental con tratamiento y grupo control sin tratamiento (o con tratamiento habitual). El factor de medidas repetidas lo forman las fases de aplicación con dos niveles: la fase pretest (puntuaciones antes de iniciar el entrenamiento o curso) y la fase postest (puntuaciones una vez que finalizó el entrenamiento o curso).

En una fase experimental reciente se seleccionó un grupo de estudiantes al que se aplicaron las pruebas pretest que miden el razonamiento numérico, el razonamiento abstracto y las relaciones espaciales (test de aptitudes diferenciales Dat-5). Una vez que se analizó la información, se conformaron dos muestras: la del grupo con-

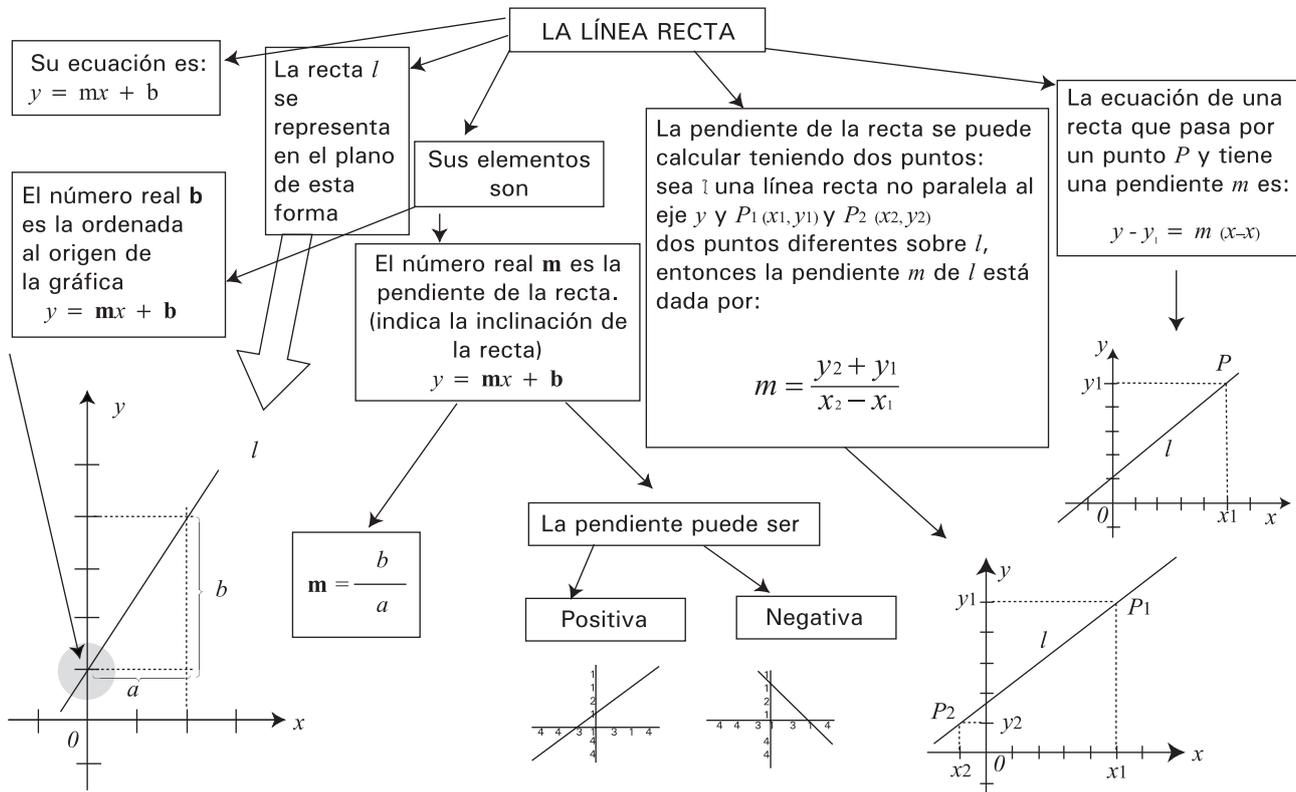
Gráfica II
Mapas conceptuales: "Los números reales" y "Punto crítico"



Gráfica III
Mapas conceptuales: "Una función" e "Intervalo"



Gráfica IV
Mapa conceptual: "La línea recta"



control y la del grupo experimental. Antes de iniciar el entrenamiento se realizaron análisis previos (se aplicaron las pruebas Student's *t* y la Suma de Rangos de Wilcoxon a la información) que permitieron afirmar que los grupos, tanto el experimental como el control, fueron homogéneos, es decir, no hubo entre ellos diferencias estadísticamente significativas en el momento "pre" en cuanto al razonamiento numérico, el razonamiento abstracto ni las relaciones espaciales.

El grupo control se inició con un curso ordinario (curso habitual) de la asignatura Cálculo I, y el grupo experimental, con un curso de la misma asignatura, pero con un proceso de enseñanza-aprendizaje apoyado con mapas conceptuales. El curso en ambos casos tuvo una duración de tres meses, considerando las características de la programación de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), institución donde se realizó la investigación educativa.

En los dos grupos se tuvo un determinado número de sesiones con carácter obligatorio (1.5 horas de lunes a viernes). Además, se contempló un número extra de sesiones individuales para todos los alumnos que las solicitaron; el número y tiempo de duración dependió de la cantidad de alumnos que las demandaron. Al finalizar el curso (entrenamiento) se aplicaron las pruebas postest a todos los estudiantes, tanto del grupo experimental como del grupo control.

Para valorar las diferencias en los resultados entre la fase pretest y la fase postest, en los grupos experimental y control, se llevó a cabo un análisis de los datos obtenidos. A éstos se aplicaron las siguientes pruebas: Student's *t* (prueba paramétrica) y Rangos Signados de Wilcoxon (prueba no paramétrica). En esta investigación se tuvieron las siguientes hipótesis fundamentales:

Si se imparte a un grupo de estudiantes universitarios (grupo experimental) un curso de la asignatura

natura Cálculo I con un proceso de enseñanza-aprendizaje apoyado con mapas conceptuales, y se comparan los resultados obtenidos con los alcanzados por otro grupo (grupo control) de características homogéneas al cual se le imparte la misma asignatura de una forma habitual:

- Se observará un aumento significativamente superior del razonamiento numérico —medido con el Test “Dat-5”— en los sujetos del grupo experimental respecto a los del grupo control.
- Se observará un aumento significativamente superior del razonamiento abstracto —medido con el Test “Dat-5”— en los sujetos del grupo experimental respecto a los del grupo control.
- Se observará un aumento significativamente superior de relaciones espaciales —medido con el Test “Dat-5”— en los sujetos del grupo experimental respecto a los del grupo control.

3.6 Resultados

Antes de exponer los resultados —luego de llevar a cabo las actividades didácticas descritas—, cabe señalar que en pasadas ocasiones, en etapas de experimentación anteriores, al utilizar instrumentos como el test de Factor “g” de Cattell o el Test de Raven, que miden la inteligencia general (el c_i , cociente intelectual), los resultados han sido alentadores. Al procesar estadísticamente la información, se observaron diferencias significativas sólo en el grupo experimental para un nivel de confianza de 95% entre pre y post. Hubo evolución significativa del c_i en el grupo experimental debida, principalmente, al efecto de la aplicación de una didáctica o de un actuar docente guiado por mapas conceptuales y la teoría que los sustenta.

En esta investigación se utilizaron instrumentos cuantitativos y cualitativos para evaluar el proceso de enseñanza-aprendizaje con una didáctica guiada con mapas conceptuales. Los instrumentos para realizar el registro cualitativo fueron: un diario de cada uno de los alumnos,

un diario del docente y las evaluaciones parciales del contenido realizadas durante el curso. La información derivada de las evaluaciones reflejó aspectos cualitativos del aprovechamiento académico, entendido como el nivel de aprendizaje de los contenidos de la asignatura que tuvieron los estudiantes y el desarrollo de sus capacidades y destrezas. Además, el análisis de estos datos permitió concluir que:

- Los alumnos expresan el énfasis del profesor en la presentación de información particular (ejemplos) que sustenta la introducción de los conceptos. Califican esta forma de proceder como apropiada porque contribuye al aprendizaje de la teoría del cálculo de forma no memorística. Los comentarios de los alumnos aluden, en forma implícita, a la importancia de la percepción de contenidos asequibles a su intelecto como primera etapa de procesos inductivos.
- Los alumnos comentaron que las imágenes sobre la información particular contribuyeron a la comprensión de los conceptos más complejos. Hablaron de la importancia de las representaciones mentales o gráficas (una imagen dice más que mil palabras).
- Los alumnos consideran relevante conocer los mapas conceptuales que el docente elabora una vez que ha presentado los aspectos prácticos y teóricos. Expresan que esta actividad les motiva a construir sus propios mapas sobre el contenido del curso, con lo que desarrollan su pensamiento.
- Los alumnos señalan que con la construcción de mapas conceptuales continúan practicando sus procesos de pensamiento de lo particular a lo general y de lo general a lo particular (procesos inductivos y deductivos).
- Los estudiantes hablan de uno de los aspectos importantes del curso: han comprendido la teoría y no la han memorizado. Esto gracias a la construcción de mapas. Algunos alumnos dijeron que recordaban ciertos conceptos y procedimientos para resolver problemas aprendidos en cursos anteriores,

pero sin saber el sustento, el porqué y el para qué de éstos.

Para llevar a cabo el registro cuantitativo se utilizaron: Test de aptitudes diferenciales Dat-5, que mide el razonamiento numérico, razonamiento abstracto y relaciones espaciales. Los resultados obtenidos permitieron verificar las hipótesis de la investigación. Luego de procesar la información del Dat-5 que mide el razonamiento numérico en el grupo control y en el experimental, se observaron diferencias estadísticamente significativas sólo en el segundo grupo para un nivel de confianza de 95% entre pre y post. El procesamiento de la información del Dat-5 que mide el razonamiento abstracto y el que mide las relaciones espaciales revelaron también diferencias estadísticamente significativas para un nivel de confianza de 95% entre pre y post.

Por lo anterior se sabe que hubo evolución significativa del razonamiento numérico, del razonamiento abstracto y de relaciones espaciales en el grupo experimental. Este aumento se explica, principalmente, por el efecto que tiene integrar, en el proceso de enseñanza-aprendizaje de un curso de cálculo, mapas conceptuales como herramientas para el desarrollo de destrezas y capacidades cognitivas en los estudiantes. Es importante resaltar que las ideas teóricas que sustentan los mapas conceptuales, principalmente las que explican las formas de actuar con éstos, también tienen un efecto en los cambios que los alumnos han experimentado.

Conclusiones

En esta investigación el docente entiende el aprendizaje de las matemáticas como un desarrollo de capacidades y destrezas y no como una mera exposición de contenidos. En este sentido, con la información estadística obtenida se concluye que esta forma particular de actuar en el aula, guiada por los datos de los mapas conceptuales que el profesor elabora, contribuye a desarrollar la cognición en el estudiante. La puesta en marcha de procesos inductivos y deductivos implícitos en las matemáticas desarrolla la ejecución

intelectual. Las aportaciones de los estudiantes, mediante los diferentes instrumentos, en torno a lo que han aprendido, proporcionan una evidencia de ese desarrollo.

El docente, al iniciar los temas del curso con información particular y apoyándose en representaciones gráficas e imágenes para llegar a los conceptos, genera en el aula una atmósfera que propicia las actividades mentales en los estudiantes. Éstos no se concretan a ser observadores pasivos; desde un principio perciben, representan y conceptualizan. Esto, a su vez, genera motivación entre ellos.

El alumno tiene un aprendizaje significativo al construir la estructura, al desarrollar el pensamiento. Este desarrollo se obtiene al vincular la nueva información con los conceptos que ya se tienen, cuando el aprendiz encuentra sentido a lo que aprende. Gracias a la guía que los mapas conceptuales proporcionan al docente, los procesos implicados en su construcción —proceso inductivo, entendido como aprendizaje subordinado, y proceso deductivo, entendido como aprendizaje supraordenado— contribuyen al desarrollo cognitivo.

El actuar del docente facilita un aprendizaje constructivo cuando el alumno contrapone conceptos con hechos y hechos con conceptos, cuando parte de la información particular percibida hasta llegar a la elaboración de generalidades. Además, cuando el profesor guía a los alumnos para la construcción de mapas, se pone en marcha un pensamiento concreto, un pensamiento imaginativo y un pensamiento abstracto, lo que permite un aprendizaje por descubrimiento.

Los mapas conceptuales no son una manera distinta de disponer, arreglar o acomodar los contenidos. Representan una herramienta poderosa para desarrollar destrezas y capacidades cognitivas del pensamiento. Detrás de ellos está un cuerpo teórico riguroso que los sustenta. Enseñar en el aula con una didáctica apoyada en mapas contribuye al aprendizaje de contenidos, pero la construcción de estas estructuras y su puesta en marcha en el aula requiere de una reflexión profunda por parte del docente. Así pues,

la enseñanza toma matices especiales y diferentes en relación con las formas habituales de proceder en el salón de clases.

Con una didáctica apoyada en mapas conceptuales se retoman muchos aspectos del paradigma cognitivo en educación, pero también se rescatan los objetivos principales de las clases universitarias: facilitar información a los estudiantes, promover la comprensión de conocimientos—que, a su vez, implica desarrollo cognitivo y del pensamiento— y estimular la motivación hacia el aprendizaje.

En relación con el compromiso social de las universidades, hay aspectos preponderantes en las propuestas que priman el aprendizaje del estudiante, al considerar la dimensión cognitiva y afectiva del aprendiz. Explicado por Casassus (2003), las variables dentro de las instituciones educativas (variables internas) tienen mayor peso que las externas, como las familias, el medio social y lo que esto implica; por ejemplo, la formación académica previa de nuestros estudiantes. La variable interna “enseñanza sin atención al aprendizaje” permite que entren en acción algunas variables externas, lo que trae como consecuencia la deserción o fracaso escolar. En Casassus (2003), François Dubet afirma que las relaciones entre profesores y estudiantes producen una parte importante del avance de la igualdad o desigualdad en las instituciones educativas.

En este sentido, se puede concluir que el compromiso social de las universidades es un gran esfuerzo formativo para lograr con eficacia la inserción de los alumnos en el engranaje social, conteniendo, en la medida de lo posible, aquellas variables externas que acompañan al aprendiz. Todo el trabajo para lograr una buena formación en los estudiantes empieza en el aula con diferentes modos de actuación de los docentes, al reflexionar sobre las posturas actuales y rescatar los elementos valiosos de las clases teóricas, para que una clase habitual en el aula universitaria sea eficaz.

El terreno universitario necesita nuevas investigaciones que incluyan los procesos de aprendizaje y enseñanza; investigaciones para el enriquecimiento del conocimiento pedagógico que

conjuguen aprendices, docentes, contenidos y tecnología. En la actualidad, en la Universidad Autónoma Metropolitana (Unidad Azcapotzalco), los profesores de matemáticas construyen, como apoyo para los cursos, un portal de matemáticas en internet llamado *Canek*, que se puede encontrar en la página <<http://canek.uam.mx>>. Se trata de un material en línea para el que se están elaborando e introduciendo mapas conceptuales. En la actualidad, la teoría y los problemas que se hallan en la página representan un apoyo para el aprendizaje. Para el futuro se espera que todo este material en línea, junto con sus mapas conceptuales, sea un instrumento para la investigación educativa y que contribuya al conocimiento pedagógico.

Fuentes bibliográficas

- Ausubel, D. (1976), *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*, México, Trillas.
- Ausubel, D. P., J.D. Novak y H. Hanesian (1988), *Psicología de la educación*, México, Trillas.
- Blanco, J. M., E. García Jiménez, C. Lobato Fraile y A. Pérez Boullosa (2006), *Metodología de enseñanza y aprendizaje para el desarrollo de competencias*, Madrid, Alianza.
- Bruner, J. (1988), *Desarrollo cognitivo y educación*, Madrid, Morata.
- Casassus, J. (2003), *La escuela y la (des)igualdad*, Santiago de Chile, LOM.
- De Guzmán, M. (1996), *El rincón de la pizarra*, Madrid, Pirámide.
- De Guzmán, M. (1999), *Para pensar mejor*, Madrid, Pirámide.
- De Miguel Díaz, M. (coord), I. J. Alfaro Rocher, P. M. Apodaca Urquijo, R. Arias, Feuerstein y M.B. Hoffman (1995), *Programa de enriquecimiento instrumental*, Madrid, Bruño.
- Novak, J. D. (1998), *Conocimiento y aprendizaje*, Madrid, Alianza.
- Novak, J. D. y D.B. Gowin (1988), *Aprender a aprender*, Barcelona, Martínez Roca.
- Piaget, J. (1979), *Tratado de lógica y conocimiento científico. Epistemología de la matemática*, Buenos Aires, Paidós.

Rafael Pérez Flores

Sternberg, R. J. (1986), *Las capacidades humanas*, Barcelona, Labor.

Román, M. y E. Díez (1988), *Inteligencia y potencial de aprendizaje*, Madrid, Cincel.

Vygotsky, L. S. (1979), *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*, Barcelona, Crítica.

Aún tenemos números anteriores



Librería EON

Méx. D.F. Tel. 5604-1204
7263
Col. Xoco, CP 03330

FES Acatlán

Av. Alcantares y San Juan Totaltepec s/n
Sta Cruz Acatlan Naucalpan
CP 53150

UAM-Azcapotzalco

Av. San Pablo núm. 180
Col. Reynosa Tamaulipas

UAM-Iztapalapa

Av. Michoacán y la Purísima s/n
Col. Vicentina

Casa de la primera imprenta

Lic. Primo Verdad #10
Esq. con Moneda Tel. 5522-1635
Col. Centro

ENAH

Periférico Sur y Zapote s/n
Col. Isidro Fabela CP 14030
Tel. 5606-0487/0197/0758

Librería EON

Carretera Ajusco

UAM-Xochimilco

Calzada del Hueso núm. 1100
Col. Villa Quietud

Librería del Pórtico

Eje Central núm. 24, Col. Centro

Casa del tiempo

Pedro Antonio de los Santos núm. 84
Col. San Miguel Chapultepec