

MAPAS CONCEPTUALES: ELEMENTOS FUNDAMENTALES PARA LA INTERVENCION

*Rafael Pérez Flores, Universidad Autónoma Metropolitana, México
Email: pfr@correo.azc.uam.mx*

Resúmen. Se trata de una investigación que proporciona importantes instrumentos de trabajo para el aula, en el área de matemáticas, principalmente para el logro de aprendizajes significativos en el sentido ausubeliano y en concordancia con los principios constructivistas actuales. El artículo versa sobre el papel fundamental que juegan los mapas conceptuales en el Programa de Intervención llamado SAM (Sistema de aprendizaje mediado). El Programa SAM armoniza las ideas fundamentales en torno a la construcción del conocimiento expuestas por Ausubel y Novak, sin olvidar algunos elementos en común que éstas tienen con las aportaciones de Piaget y Bruner, para lograr el desarrollo de capacidades cognitivas. El profesor del Programa, apoyado en mapas conceptuales y actuando como mediador entre el contenido y el alumno, contribuye para que el aprendiz logre un aprendizaje constructivo, significativo y por descubrimiento. El Programa SAM fue diseñado en México para el aprendizaje del cálculo en el nivel universitario. Junto con los mapas conceptuales elaborados por el profesor y por el alumno, el Programa tiene por objetivos el desarrollar el razonamiento lógico y la orientación espacial. Como producto de la utilización de mapas conceptuales a través de la aplicación del Programa SAM se ha apreciado un aumento significativo en el cociente intelectual de los estudiantes y también un mejor rendimiento académico en el proceso de aprendizaje en las aulas universitarias.

1 Introducción

Por el valor educativo de las matemáticas, ya que es un contenido (como muchos otros) a través del cuál se logra el desarrollo de la cognición en el estudiante, su aprendizaje es un tema que ha venido siendo estudiado con profundidad por los expertos del ámbito escolar. Las matemáticas han llegado a ser consideradas, incluso, como una asignatura muy importante para la educación en todos los niveles, desde la educación primaria (educación básica) hasta los niveles universitarios. En el ámbito de la ingeniería así como en otras disciplinas, el conocimiento de las matemáticas, además de permitir el desarrollo cognitivo –desarrollo de capacidades como el razonamiento lógico o la orientación espacio-tiempo–, constituye un pilar fundamental para el aprendizaje de las ciencias aplicadas.

A pesar del reconocimiento de la importancia de las matemáticas, dirigiendo la vista a las instituciones educativas, tanto de niveles básicos como de niveles universitarios, se aprecian y se distinguen situaciones difíciles. Es importante decir que, a pesar del gran potencial educativo que tienen las matemáticas –una gran oportunidad para desarrollar la cognición–, hoy en día existen, en todo lo largo y ancho del mundo, problemas en torno a la enseñanza y el aprendizaje de este contenido. Quizás esta realidad educativa ha generado un aumento en el interés por emprender, desde diferentes posturas, estudios que den una alternativa o guía para la enseñanza y el aprendizaje de este contenido.

Con el propósito de aportar información que contribuya en alguna medida en los aspectos relacionados con la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas, surge la iniciativa de emprender una investigación concretada en un Programa de Intervención llamado SAM (Sistema de aprendizaje mediado). Se trata de un Programa de Intervención –una manera especial de actuación en el aula– que considera el contenido matemático como el vehículo para desarrollar la cognición en el estudiante, entendiendo el desarrollo cognitivo como el desarrollo de un conjunto de destrezas que, a su vez, conforman un conjunto de capacidades cognitivas (Román y Díez, 2000). Es un Programa de Intervención cuyos fundamentos teóricos son característicos del paradigma cognitivo en educación y uno de sus elementos fundamentales son los mapas conceptuales.

2 Programa SAM

El Programa SAM permite el desarrollo de un conjunto de capacidades y destrezas (dimensión cognitiva) por medio de la socialización contextualizada (dimensión sociocultural). Siguiendo estas ideas, el Programa se ubica tanto en el paradigma educativo sociocultural como en el paradigma cognitivo. El SAM tiene cabida en “un paradigma integrador socio cognitivo” definido por Román y Díez (1998).

El Programa toma en consideración los procesos de pensamiento tanto del profesor como del alumno, así como el entorno y la vida en el aula. Se trata de un Programa que sigue el modelo Aprendizaje-Enseñanza (cómo aprende el que aprende para, en función de ello, diseñar la enseñanza) y sirve como una herramienta para lograr el aprendizaje escolar en donde el profesor actúa como mediador del aprendizaje.

El SAM, a través de los mapas conceptuales, permite dar significación y sentido a los conceptos y hechos, es decir, permite el aprendizaje significativo y constructivo. Permite también la estructuración de manera significativa de la experiencia y la facilitación del aprendizaje compartido. Esto, a su vez, potencia el interés y la motivación, y facilita el desarrollo de capacidades y destrezas.

Con la utilización y construcción de mapas conceptuales, el SAM permite un aprendizaje de los contenidos de manera constructiva y significativa, y además un adecuado almacenamiento de éstos en la memoria para disponer de ellos cuando se requiere. Es muy importante señalar que con un aprendizaje de calidad se facilita la utilización de los contenidos en la vida cotidiana.

El programa considera, por una parte, a las capacidades y destrezas cognitivas como objetivos y, por otra parte, el contenido matemático y los métodos (acciones en el aula) son considerados como medios para conseguir los objetivos. Desde este punto de vista, el Programa orienta la enseñanza hacia el desarrollo cognitivo y es por esto por lo que se considera un Programa de Intervención cognitiva. El SAM pretende incorporar al alumno como protagonista de su aprendizaje para que de sentido a lo que aprende y sentido al escenario en donde aprende. El profesor del programa actúa como mediador averiguando cómo aprende el que aprende y qué sentido tiene lo que aprende.

2.1 El diseño del SAM: aspectos generales

Como modelo de aprendizaje-enseñanza, el Programa de Intervención fue diseñado con un enfoque sistémico, como se muestra en Figura 1. Es un Programa que consta de tres elementos relacionados entre sí: el elemento Aprendizaje, el elemento Profesor Mediador y el elemento Arquitectura del Conocimiento en donde reside una de las partes fundamentales del Programa: los mapas conceptuales.

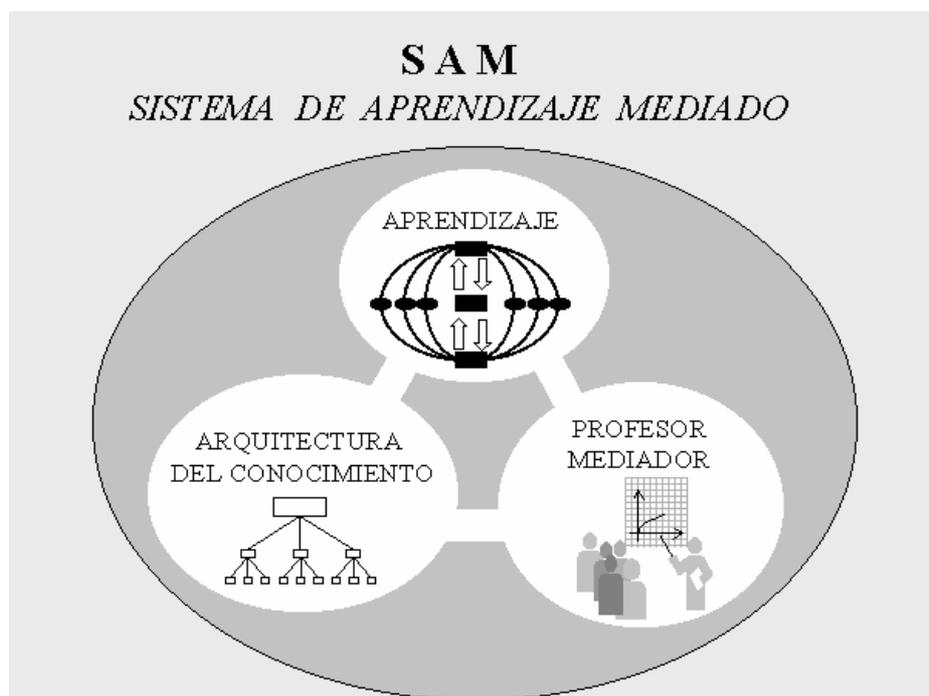


Figura 1. Programa SAM. Sistema de Aprendizaje Mediado

2.1.1 Aprendizaje

El aprendizaje Constructivo, el Significativo y el aprendizaje por Descubrimiento —con tres etapas básicas de aprendizaje en común: la percepción, la representación y la conceptualización— son el fundamento que sugiere al mediador una forma de actuación en el aula. Estos tres enfoques del aprendizaje informan al profesor sobre la forma en que el alumno aprende.

El aprendizaje Significativo descrito por Ausubel es el fundamento de los Mapas Conceptuales del Programa SAM. Han sido incorporadas al Programa en una forma armónica algunas ideas en torno al aprendizaje constructivo y por descubrimiento, aportaciones de Piaget y Bruner respectivamente. Con esta armonización se ha obtenido una pauta para manejar el contenido adecuadamente sabiendo como aprende el que aprende.

2.1.2 Arquitectura del Conocimiento: Mapas Conceptuales

El Modelo Didáctico Arquitectura del Conocimiento es el material de apoyo para el mediador: se trata del conjunto de mapas conceptuales. El Modelo es una forma de arreglar y disponer el contenido de tal forma que, desde lo más particular (hechos, ejemplos y experiencias) hasta lo más general (conceptos, leyes, teoremas, principios...) respeta los niveles básicos del aprendizaje, permitiendo un aprendizaje constructivo, significativo y por descubrimiento; desde luego, tomando en consideración la actuación del profesor como mediador.

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. Tal como lo explica Ausubel, los procesos de pensamiento inductivos y deductivos son potenciados al disponer la información respetando las jerarquías conceptuales, logrando aprendizajes subordinados y supraordenados, partiendo desde lo particular hasta lo general y viceversa. Finalmente, desde la óptica de Bruner, partir desde un sistema enactivo hasta un sistema simbólico, permite el desarrollo de procesos inductivos. Todos estos aspectos son considerados por el profesor mediador del Programa SAM para la construcción de mapas conceptuales. Estos (Novak, 1998), desempeñan en el aula una función clave para representar los conocimientos. Es importante señalar que los mapas conceptuales son un buen apoyo para el profesor. 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).

2.1.3 El profesor mediador

El profesor como mediador en el Programa SAM planea su actuación, es decir, su enseñanza en el aula, teniendo en consideración la manera en que el aprendiz aprende, desde el punto de vista del aprendizaje Significativo, Constructivo y por Descubrimiento. Se trata del profesor en cuyas características y actuación se toma en consideración la zona de desarrollo próximo. El mediador en el Programa se apoya con la elaboración del Modelo Arquitectura del Conocimiento: con la elaboración de los mapas conceptuales.

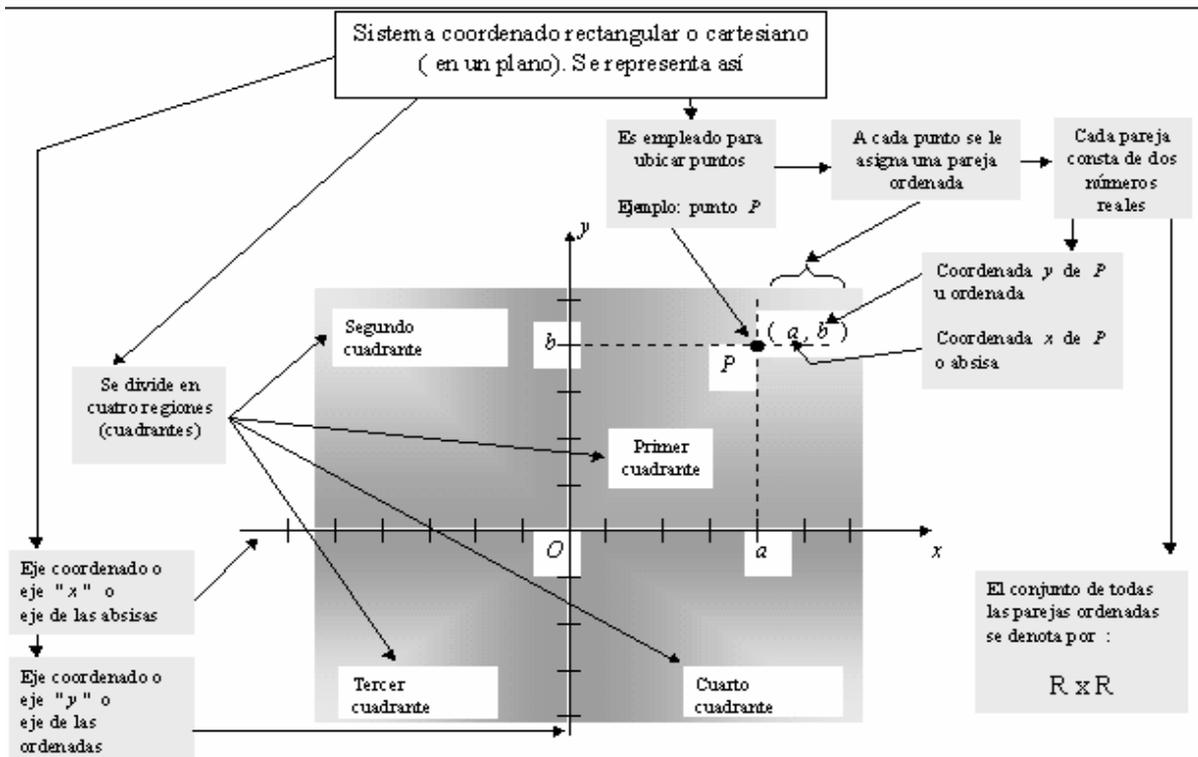
2.2 *Objetivos del Programa*

El Programa SAM formado por tres elementos que interactúan entre si tiene como objetivo general: mejorar la estructura de la inteligencia, entendida como mejora de la ejecución intelectual, constatando dicha mejora en el C.I. obtenido con los instrumentos pertinentes.

El Programa tiene como objetivos por destrezas: 1. Desarrollar las destrezas de Inducción y Deducción consideradas como parte de la capacidad Razonamiento Lógico. 2. Desarrollar las destrezas Situar, Localizar y Expresar Gráficamente, consideradas como parte de la capacidad Orientación Espacial

Las figuras 2 y 3 en las siguientes páginas muestran algunos ejemplos de mapas conceptuales construidos para el Programa.

MAPA CONCEPTUAL: SISTEMA COORDENADO EN DOS DIMENSIONES



MAPA CONCEPTUAL: LA LINEA RECTA

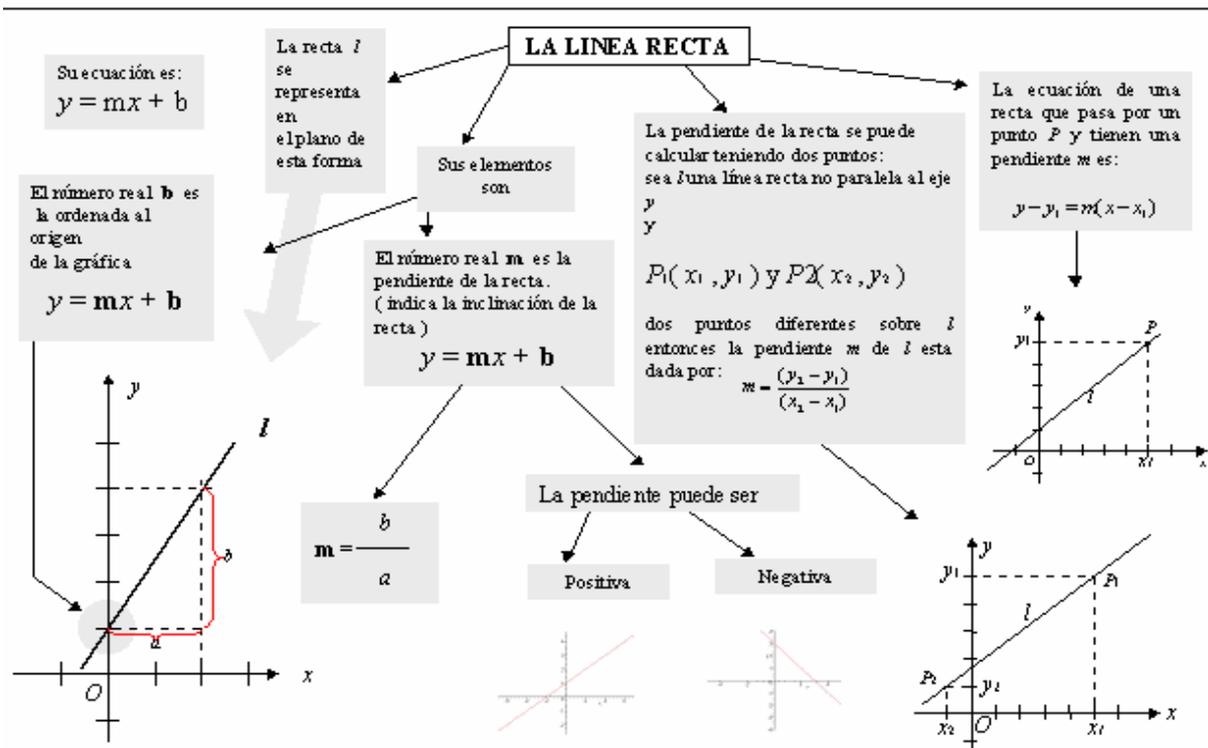
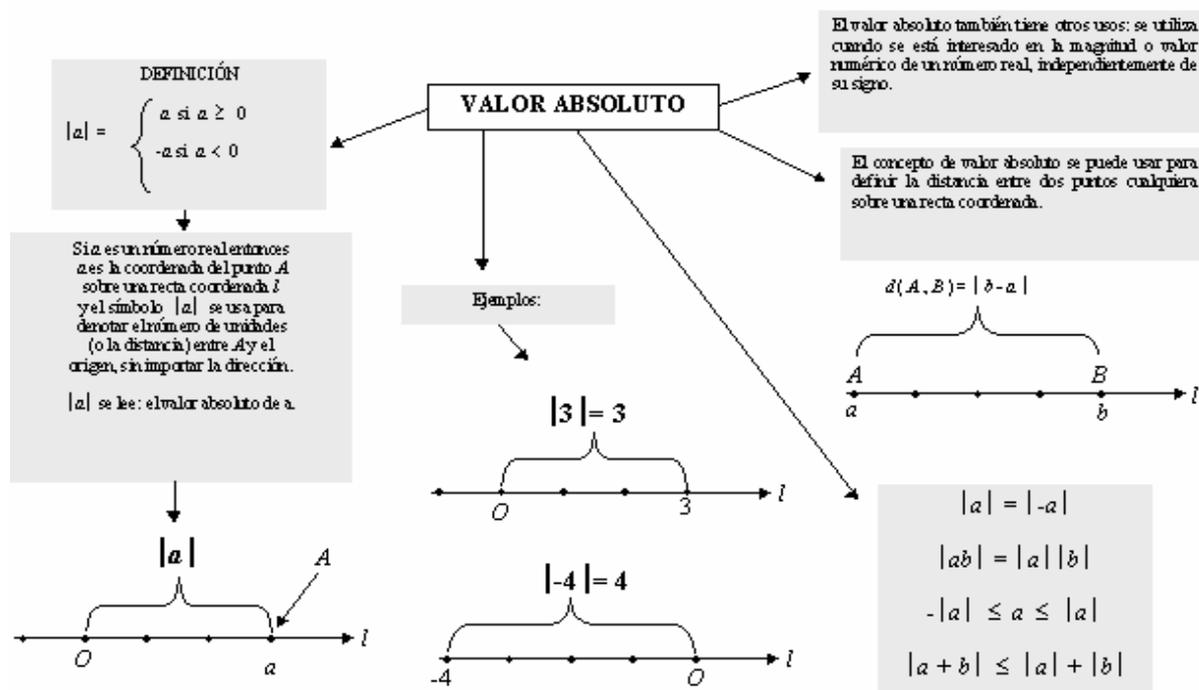


Figura 2. Ejemplos de mapas conceptuales del Programa SAM

MAPA CONCEPTUAL: VALOR ABSOLUTO



MAPA CONCEPTUAL: REPRESENTACIÓN DE FUNCIONES

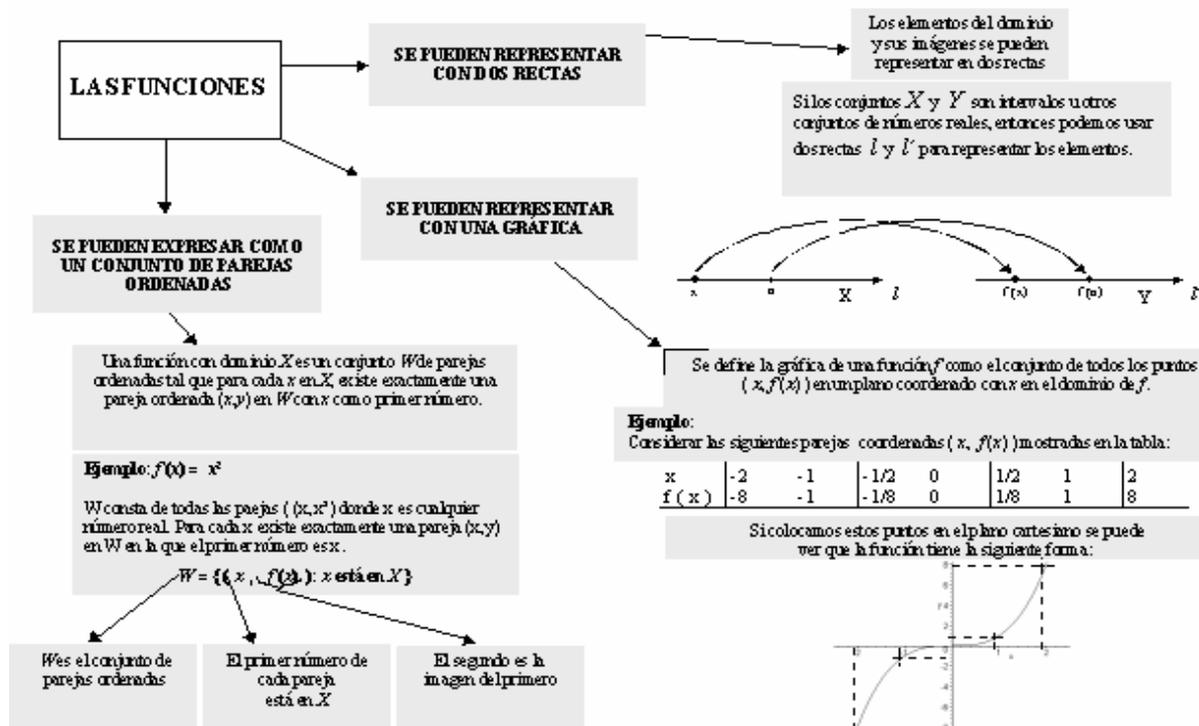


Figura 3. Ejemplos de mapas conceptuales del Programa SAM

2.3 Metodología Investigadora

Se utilizó un diseño factorial 2x2 considerando dos factores: un factor de medidas independientes con dos valores o niveles y un factor de medidas repetidas también con dos valores. El factor de medidas independientes es el tratamiento cuyos niveles son: Grupo experimental con tratamiento y grupo control sin tratamiento. El factor de medidas repetidas lo forman las fases de aplicación con dos niveles: la fase pre-test (puntuaciones antes de iniciar el entrenamiento) y la fase post-test (puntuaciones una vez que finalizó el entrenamiento).

Se seleccionó un grupo de estudiantes al cuál se les aplicó las pruebas pre-test (Test Cattell y Raven) que miden la Inteligencia General (C.I.). Una vez que se analizó la información se conformaron dos muestras: la muestra grupo control y la muestra grupo experimental. Antes de iniciar el entrenamiento se realizaron unos 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 experimental y control fueron homogéneos: no existió entre ellos diferencias estadísticamente significativas en el momento "pre" en cuanto a la Inteligencia General (C.I.). El grupo control inició con un curso ordinario de la asignatura "Cálculo I" y el grupo experimental con un curso de la misma asignatura pero con el Programa SAM.

El Programa de Intervención fue diseñado para ser aplicado tomando en consideración las características de la programación de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM). El Programa tuvo una duración de tres meses durante los cuales se tuvieron un determinado número de sesiones con carácter obligatorio. Además, el Programa contempló un número extra de sesiones individuales para todos los alumnos que las solicitaron; fueron sesiones de asesoría y el número y tiempo de duración de ellas dependió del número de alumnos que las solicitaron. Al finalizar la aplicación del Programa (entrenamiento) se aplicaron las pruebas post-test a todos los estudiantes, tanto del grupo experimental como del grupo control.

Posteriormente 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). Este análisis tuvo la intención de valorar las diferencias en los resultados obtenidos entre la fase pre-test y la fase post-test, entre los grupos experimental y control. En esta investigación educativa se tuvieron las siguientes hipótesis fundamentales:

Si se imparte a un grupo de estudiantes universitarios (grupo experimental) un curso de la asignatura "Cálculo I" aplicando el "Programa de Intervención SAM" 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 pero sin aplicar el "Programa de Intervención SAM" :

1. se observará un aumento significativamente superior de los C.I.s (Inteligencia General) —medido con el test "*Matrices Progresivas de Raven*"— en los sujetos del grupo experimental con respecto a los del grupo control.
2. se observará, también, un aumento significativamente superior de los C.I.s (Inteligencia General) —medido con el Test de Factor "g"— en los sujetos del grupo experimental con respecto a los del grupo control.

2.4 Resultados

Teniendo una identificación con los instrumentos que justifican la complementariedad metodológica de los paradigmas cualitativos y cuantitativos en la investigación educativa, en esta investigación fueron utilizados instrumentos tanto cuantitativos como cualitativos para llevar a cabo una evaluación de la aplicación del Programa SAM. Los instrumentos que se emplearon para realizar el registro cualitativo fueron: un diario de cada uno de los alumnos, un diario del mediador y las evaluaciones parciales. La información que plasmaron los estudiantes en estas evaluaciones informaron sobre los aspectos cualitativos del aprovechamiento académico entendido como el nivel de aprendizaje que tuvieron los estudiantes de los contenidos de la asignatura y sobre el desarrollo de las capacidades y destrezas. Un análisis de toda la información plasmada en estos instrumentos permitieron concluir que:

- Los alumnos expresan el énfasis que el Programa SAM ha hecho sobre las etapas básicas del aprendizaje implícitas en los mapas conceptuales y sobre las actividades encaminadas a desarrollar destrezas. Consideran que los mapas conceptuales y las actividades (estrategias de aprendizaje en el aula) ayudaron a su aprendizaje.

- Los alumnos reconocen la importancia de la percepción y la imaginación (representación) para el inicio del proceso inductivo. Aprecian la importancia de los procesos inductivos para el aprendizaje de las matemáticas y la importancia de los mapas conceptuales potenciadores de la inducción, la deducción y la representación.
- Los estudiantes hablan sobre uno de los elementos fundamentales del Programa: hacen referencia a que han comprendido la teoría y no la han memorizado. Esto gracias a la construcción de mapas.
- Los alumnos han percibido la conducta del profesor mediador como favorecedora del aprendizaje.
- Los comentarios favorables que los alumnos expresaron se ven reflejados en los resultados de las evaluaciones parciales. Al final del Programa SAM, el 80% de estudiantes aprobó el curso.

Para llevar a cabo el registro cuantitativo se utilizaron los siguientes instrumentos: Test de matrices progresivas de Raven y Test de factor “g” de Cattell. Los resultados obtenidos permitieron verificar las hipótesis de la investigación. Habiendo procesado la información del Test de Raven para el grupo control y experimental con los modelos estadísticos, se observaron diferencias estadísticamente significativas sólo en el grupo experimental para un nivel de confianza del 99% entre PRE y POST. Se afirma que existió evolución significativa del C.I. en el grupo Experimental. Este aumento se explica principalmente por el efecto del Programa de Intervención aplicado a este grupo. De la misma manera, el procesamiento de la información del Test de factor “g” de Cattell reveló diferencias estadísticamente significativas para un nivel de confianza del 99% entre PRE y POST. Se afirma que existió evolución significativa del C.I. en el grupo Experimental. Este aumento se explica, también, principalmente por el efecto del Programa SAM aplicado a este grupo.

3 Conclusiones

Para el Programa de Intervención SAM, el aprendizaje de las matemáticas es entendido como un desarrollo de capacidades y destrezas. En este sentido, con la información estadística obtenida se puede concluir que el Programa permite un aumento significativo de la inteligencia (entendida como mejora de la ejecución intelectual) en los estudiantes. Por otra parte, las aportaciones de los estudiantes, en los diferentes instrumentos, en torno a lo que han aprendido, proporciona una evidencia de ese desarrollo.

El profesor, procurando la interacción de los elementos que conforman el Programa SAM y actuando como profesor mediador, genera en el aula una atmósfera que propicia las actividades mentales en los estudiantes. Esto a su vez genera motivación entre ellos. Los comentarios de los alumnos muestran una evidencia de la motivación como motor para el desarrollo de capacidades y destrezas.

El alumno tiene un Aprendizaje Significativo al construir la estructura cognitiva: al desarrollar la inteligencia. Este desarrollo se obtiene al vincular la nueva información a los conceptos que ya se tienen: cuando el aprendiz encuentra sentido a lo que aprende. Gracias al uso de mapas conceptuales, los procesos implicados en su construcción —proceso inductivo entendido como un Aprendizaje Subordinado y el proceso deductivo entendido como un Aprendizaje Supraordenado— contribuyen al desarrollo cognitivo.

El elemento Arquitectura del Conocimiento del Programa SAM, conformado por mapas conceptuales, al ser un apoyo para el profesor en cuanto a la manera de acomodar los contenidos, contribuye a la práctica de los procesos inductivos y deductivos. Contribuye para que el alumno contraponga conceptos con hechos y hechos con conceptos, para que el alumno parta de información particular percibida hasta la elaboración de generalidades y para que el alumno, a través de su actividad en el aula, descubra por sí mismo. Los mapas conceptuales en los que se apoya el profesor del Programa SAM contribuyen a la práctica de pensamiento desarrollando así la inteligencia.

Sintetizando: el Programa de Intervención aplicado a la asignatura de "Cálculo I" desarrolla capacidades y destrezas tal como se ha visto en la aplicación de los test. Se entiende que el Programa SAM mejora el aprendizaje de contenidos.

Por último, como propuestas para el futuro, el terreno universitario necesita de nuevas investigaciones que contemplen los procesos de aprendizaje y enseñanza. Investigaciones que conjuguen, entre otros, elementos técnicos (contenidos) y humanos (aprendices y docentes) que contribuyan al enriquecimiento del conocimiento pedagógico en la universidad. La continua investigación en el terreno educativo universitario, con un aumento de muestras, permitirá llegar a niveles más altos de generalización mejorando, con ello, los procesos de aprendizaje y enseñanza.

La visión optimista de modelos de aprendizaje que contemplen estos tres elementos: Aprendizaje, Mediador y Arquitectura del Conocimiento: mapas conceptuales, despierta el interés y la necesidad de continuar profundizando en los temas de aprendizaje y enseñanza. Futuras investigaciones deberán profundizar también en aspectos tales como la motivación, los valores y actitudes. Es importante incluir en futuras investigaciones el análisis de la transferencia a la vida diaria de las mejoras intelectuales en los estudiantes.

4 Agradecimientos

La investigación que se ha expuesto en las líneas anteriores se pudo llevar a cabo, en gran medida, gracias al apoyo que brindó la Universidad Autónoma Metropolitana (Unidad Azcapotzalco) de la ciudad de México. El autor de esta investigación agradece a la Institución todas las facilidades recibidas para la aplicación del Programa SAM.

5 Bibliografía

- Ausubel, D. (1976). *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas
- Ausubel, D. P.; Novak, J.D., y Hanesian, H. (1988). *Psicología de la educación*. México: Trillas.
- Bruner, J. (1960). *The process of education*. Cambridge: Univ. Press.
- Bruner, J. (1978). *El proceso mental en el aprendizaje*. Madrid : Narcea
- Bruner, J. (1988). *Desarrollo cognitivo y educación*. Madrid: Morata.
- Cerrillo, R. (1999). *Didáctica como intervención para desarrollar la capacidad de razonamiento lógico en alumnos de educación secundaria obligatoria*. Madrid: Complutense (Tesis Doctoral).
- Feuerstein, R. y Hoffman, M.B. (1995). *Programa de enriquecimiento instrumental*. Madrid: Bruño.
- Feuerstein, R.; Rand, Y., y Hoffman, M.D. (1980). *Instrument enrichment: An intervention program for the cognitive modifiability*. Baltimore: Univ. Press.
- Novak, J. D. (1998). *Conocimiento y aprendizaje*. Madrid: Alianza.
- Novak, J. D. (1985). *Teoría y práctica de la educación*. Madrid: Alianza.
- Novak, J. D. (1998). *Conocimiento y aprendizaje*. Madrid: Alianza.
- Novak, J. D. y Gowin, D.B. (1988). *Aprender a aprender*. Barcelona: Martínez Roca.
- Piaget, J. (1979). *Tratado de Lógica y conocimiento científico. Epistemología de la matemática*. Buenos Aires: Paidós
- Piaget, J. (1986). *Naturaleza y métodos de la epistemología*. Buenos Aires: Paidós.
- Piaget, J. (1987). *Introducción a la epistemología genética. El pensamiento matemático*. Mexico: Paidós
- Piaget, J. (1988). *Psychologie et pedagogie*. París: Denoel.
- Vygotski, L.S. et al. (1975). *Psicología y Pedagogía*. Madrid: Akal.
- Vygotsky, L. S. (1977). *Pensamiento y Lenguaje*. Buenos Aires: La Pléyade
- Vygotsky, L.S. (1979). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona: Crítica.
- Román, M. y Díez, E. (1988) *Inteligencia y potencial de aprendizaje*. Madrid: Cincel.
- Sternberg, R. J. (1986). *Las capacidades humanas*. Barcelona: Labor
- Sternberg, R. J. (1987). *La inteligencia humana*. Barcelona: Paidós.
- Sternberg, R. J. (1994). *Thinking and problem solving*. San Diego: Academic Press.