

## APRENDIENDO MATEMÁTICA A TRAVÉS DE LOS PROCESOS DE PENSAMIENTO

ADELA MEIER<sup>1</sup>, CARMEN JUDITH VANEGAS<sup>2</sup>, ALEJANDRO ALBORNOZ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Simón Bolívar. Dirección de Desarrollo Estudiantil. Sartenejas. Venezuela

<sup>2</sup>Universidad Simón Bolívar, Departamento de Matemáticas. Sartenejas. Venezuela

e-mail: {ameier; cvanegas; albornoz}@usb.ve

Recibido: octubre de 2008

Recibido en forma final revisado: julio de 2009

### RESUMEN

Para los estudiantes que se encontraban en su última oportunidad de aprobar matemáticas I (MA1111), de acuerdo con el reglamento de la Universidad Simón Bolívar (USB), se creó la asignatura MA0002. El objetivo principal de este trabajo es presentar las estrategias de aprendizaje de la matemática a través de los procesos de pensamiento utilizadas en dicha asignatura. El diseño fue cuasi-experimental con posprueba únicamente y grupo control. Un grupo quedó conformado por 15 estudiantes que inscribieron la asignatura MA0002 voluntariamente y el grupo control por 30 estudiantes que no lo hicieron. Ambos grupos pertenecían a la misma cohorte y estaban cursando MA1111. Para los dos grupos se tomó como medición posprueba la calificación obtenida en matemáticas I. El grupo que recibió el entrenamiento mediante la asignatura MA0002 aprobó matemáticas I en una cantidad significativamente mayor que el grupo que no recibió el entrenamiento ( $Jí \text{ cuadrado} = 42, p < 0,05$ ). Los estudiantes que recibieron el entrenamiento reportaron aumento en sus niveles de concentración, seguridad, autoestima, un mejor uso de las estrategias de aprendizaje y una disminución de la ansiedad. Los resultados de esta investigación muestran la eficacia de utilizar procesos de pensamiento como parte de la enseñanza de las matemáticas en estudiantes universitarios, así como el manejo de situaciones emocionales frente al estudio y presentación de exámenes. Se recomienda la aplicación de este tipo de estrategias cognitivas y afectivas para estudiantes que reprueben MA1111 en su primera oportunidad o para aquellos que perciban que ya tienen dificultades en su primer curso.

*Palabras clave:* Aprendizaje, Procesos de pensamiento, Matemática, Estrategias de aprendizaje, Emociones.

## LEARNING MATHEMATICS THROUGH THOUGHT PROCESSES

### ABSTRACT

For students who had one final chance to pass Mathematics I (MA1111), the subject MA0002 was created, in agreement with the regulations at the Universidad Simon Bolivar (USB). The main aim of this work is to display the strategies of learning mathematics through the processes of thought used in this subject. The design applied was quasi-experimental with post-test and control group. A group was made up of 15 students who enrolled in MA0002 voluntarily and the group control of 30 students not following MA0002. Both groups belonged to the same cohort and were attending MA1111. For both groups the post-test was taken to measure their qualification in Mathematics I. The group that received the training by means of MA0002 passed Mathematics I significantly better than the group that did not receive the training ( $Jí \text{ squared} = 42, p < 0,05$ ). The students who received the training increased their levels of concentration, security, self-esteem, a better use of learning strategies and a decrease of the usual anxiety. The results of this study show the effectiveness of processes of thought as part of mathematics education for university students, as well as the handling of emotional situations in the face of study and exam taking. The application of this type of mental and affective strategies is recommended for students taking MA1111 for a second time or for those that already perceive that they have difficulties in this subject.

*Keywords:* Learning, Thought processes, Mathematics, Learning strategies, Emotions.

### INTRODUCCIÓN

Los avances tecnológicos y científicos que se han logrado en estos últimos años se apoyan, en gran medida, en el

cuerpo de conocimientos matemáticos construidos a lo largo de la historia de la humanidad. De allí la importancia que estos conocimientos tienen en el currículo educativo de las escuelas y universidades a nivel mundial y la gran

preocupación de los países por lograr en sus estudiantes un alto rendimiento en esta asignatura.

La enseñanza y aprendizaje de la matemática ha sido objeto en los últimos 30 años de múltiples investigaciones. Entre ellas, se encuentran las realizadas por un grupo de matemáticos y psicólogos cognitivos provenientes de numerosos países, los cuáles han formado una comunidad llamada Psicología de la Educación Matemática (PEM), que buscan las mejores estrategias pedagógicas y psicológicas para la adquisición y transferencia del conocimiento matemático, adaptadas a cada región social y cultural.

Paralelamente, los avances en el campo de la biología celular, la neurofisiología, la psicología cognitiva y la biotecnología han favorecido la formación de equipos interdisciplinarios en diferentes partes del mundo que se han avocado al estudio de los procesos psicológicos y mecanismos cerebrales que subyacen en el aprendizaje y la memoria (Kandel, 2006), y al estudio de las áreas y circuitos de la corteza cerebral involucrados en la dimensión matemática (Rocha *et al.* 2005). Se puede afirmar que se ha aprendido cuando se puede recordar y utilizar la información en situaciones específicas.

Es así que el conocimiento, cada vez más amplio sobre la psicología y biología del aprendizaje, unido a los avances en didáctica de la matemática permiten abordar su enseñanza-aprendizaje bajo nuevos esquemas para mejorar la calidad de la formación y educación en esta área.

## MARCO REFERENCIAL

En Venezuela, en los últimos años, los alumnos que ingresan a la universidad se caracterizan por presentar grandes dificultades en la comprensión y aprendizaje de la matemática superior. Esta situación se debe en gran parte a la carencia de ciertas competencias que deberían haberse desarrollado en la educación matemática previa. Lo expuesto por Artigue (2003) se refleja claramente en nuestro entorno: los estudiantes no saben llevar a cabo procedimientos y algoritmos en forma eficaz y apropiada, ni saben formular o representar problemas, así como tampoco relacionar y comparar conceptos, lo que hace que sus argumentos matemáticos para la resolución de problemas no se entiendan o carezcan totalmente de fundamento.

El programa del primer curso de matemática (MA1111) de la USB, trata de presentarse a través de sus primeros temas como una etapa de transición entre la matemática básica y la universitaria, pero la falta de habilidades que traen los estudiantes hace que esto resulte muy difícil de lograr. Aquellos estudiantes poco exitosos, lo cual se evidencia por reitera-

das reprobaciones de esta materia, necesitan de una cierta intervención más integral que tan sólo recibir contenidos matemáticos nuevamente, ya que cuando el estudiante ha tenido fracasos continuos en su rendimiento matemático, se produce en él una actitud negativa hacia la asignatura y fuertes dudas acerca de su propia capacidad. En líneas generales, sus creencias acerca de la asignatura y de sí mismo son negativas.

Como respuesta a la problemática de estos estudiantes, se diseñó la asignatura MA0002, “Aprendiendo MA1111: Una visión Psico-didáctica” (Meier & Vanegas, 2006) para el régimen trimestral de la USB que consta de 12 semanas de clases. En esta asignatura se presenta una forma diferente de abordar la situación de aprendizaje y ejecución (exámenes) de la matemática 1, tratando de involucrar todas las dimensiones del ser humano: lo biológico, lo cognitivo, lo afectivo y lo social. Para ello se toman en cuenta todas las variables que intervienen en el proceso de aprendizaje, según la propuesta integradora de Meier (2006), que considera las siguientes dimensiones: el estudiante, la fuente de la cual aprende, la tarea por aprender, el ambiente físico y psicológico, la variable tiempo y la recompensa. De acuerdo a la forma como ellas se manejan, el aprendizaje se facilita o entorpece.

*El Estudiante.* Con respecto a la dimensión del estudiante que aprende, la misma comprende las variables biológicas, las psicológicas y las biopsicológicas.

La nutrición es uno de los procesos biológicos claves que influye en el aprendizaje, ya que a través de la misma el organismo adquiere los nutrientes básicos para el buen funcionamiento del cerebro, ya que este es el órgano principal donde se asientan las funciones más importantes del aprendizaje (Sousa, 2002). El cerebro para funcionar adecuadamente necesita la glucosa y el oxígeno. La primera la recibe a través de la nutrición, en especial, del desayuno, quien además, si es adecuado aporta proteínas que aumentan la síntesis de noradrenalina y dopamina cerebral, que incrementan la capacidad de concentración y la memoria.

Otra de las variables biológicas está representada por los cinco sentidos, que son las vías a través de las cuales llega la información externa al cerebro. En particular resalta el papel de la vista, oído y tacto dentro de los procesos de aprendizaje en los estudiantes, por lo que se hace necesario mantenerlos en buenas condiciones.

Como última variable a considerar dentro del aspecto biológico están las actividades físicas, que permiten una mejor oxigenación del cerebro (uno de sus nutrientes esenciales para su funcionamiento), un descanso intelectual y libe-

ración del estrés, preparando al organismo para un sueño reparador.

Una segunda categoría de variables relativas al *estudiante* son las psicológicas. En la misma se incluyen las emociones, conocimientos previos, atención, concentración, rapidez y exactitud.

Ha habido un aumento significativo en las publicaciones que relacionan la dimensión afectiva de los estudiantes (tales como sus creencias, actitudes y emociones) y la ejecución matemática (Gómez-Chacón, 2000; Gil *et al.* 2006). Por ejemplo, se ha demostrado el efecto negativo del estrés (miedo), sobre el aprendizaje, la memoria a corto y largo plazo (Byrne, 2001) y durante la presentación de exámenes (Kosmala-Anderson & Wallace, 2007). De lo cual se deduce que los estudiantes tienen menos probabilidades de aprender si se encuentran muy ansiosos, angustiados y estresados (Benson, 1994), ya que bajo estas circunstancias se liberan mayores cantidades de hormonas que alteran el equilibrio bioquímico del individuo, afectando estructuras cerebrales muy relacionadas con la memoria y con el funcionamiento cognitivo, produciendo frecuentemente “bloqueo mental”.

El tener conocimientos previos acerca de alguna asignatura favorece el aprendizaje de la misma, especialmente en el área de la matemática, donde se requieren unos conocimientos básicos indispensables para poder comprender nuevos temas. De hecho, se ha demostrado científicamente, a través de las tomografías computarizadas del cerebro, que cuando el aprendizaje es fácilmente comprensible y puede ser conectado con experiencias pasadas, hay bastante más actividad cerebral acompañada por una retención superior (Schacter, 2007).

El primer paso para aprender es atender y concentrarse en la actividad, de no ser así, no hay memoria inmediata y olvidamos rápidamente lo que hemos oído o leído. La atención y concentración son actividades cerebrales voluntarias cuando consideramos importante el contenido de lo que se estudia. Todo lo que percibimos, excepto el olor, es transmitido al tálamo, el cual supervisa la potencia y naturaleza de los impulsos sensoriales para detectar su importancia para la supervivencia. Esta función del tálamo es continua y permite que podamos concentrarnos en los estímulos que son importantes para nosotros, bloqueando otros estímulos que no son de importancia (Sousa, 2002).

Hay funciones en nuestro cuerpo (temperatura, respiración, sueño, etc.) que tienen ciclos diarios con altibajos, denominados ritmos circadianos. Uno de estos ritmos regula la habilidad para concentrarnos y es conocido como el ritmo psicológico-cognitivo. El ciclo psicológico-cognitivo para

los adolescentes comienza aproximadamente a las 8:00am descendiendo bruscamente alrededor de las 12:30pm, período en el cual la concentración es muy baja, pudiendo darse el aprendizaje pero con un mayor esfuerzo. Aproximadamente después de las 2:00pm, este ritmo vuelve a subir sin alcanzar los niveles iniciales, decayendo lentamente cuando se acerca la noche (Sousa, 2002).

Estudios han demostrado que utilizar música de Mozart (en lo que se denominó efecto Mozart) mejora en forma transitoria habilidades visoespaciales y cognitivas en general (Rausher & Hinton, 2006), y los niveles de concentración (Jausovec *et al.* 2006).

La rapidez y exactitud perceptiva es una habilidad importante en el contexto universitario, en particular, en las matemáticas, donde el tiempo limitado en los exámenes junto con el manejo de un lenguaje propio, hace indispensable tener altos niveles de esta habilidad.

La tercera y última categoría de variables relacionadas con el *estudiante* son las denominadas variables biopsicológicas. En la misma se considera al sueño y la recreación.

El sueño y la vigilia son procesos completamente interdependientes y el ser humano no puede mantenerse sólo en uno. Se ha sugerido que una de las funciones del sueño es su papel restaurador. Las evidencias muestran que el papel restaurador del sueño concierne más al cerebro que al cuerpo. La “deuda” de sueño (no dormir aproximadamente 7 – 8 horas diarias) se va acumulando y se hace presente a veces inesperadamente durante el período de vigilia, impidiendo realizar con efectividad cualquier tarea, especialmente cuando el cuerpo está inactivo, sentado en un pupitre u oyendo al profesor. En esos momentos los niveles de atención y concentración disminuyen notablemente e inclusive el estudiante puede cabecear, quedarse dormido y finalmente perder el “hilo” de la clase.

Las actividades recreativas son indispensables para la salud física y mental. Es importante darle a la mente oportunidades de realizar actividades en las cuales se disfrute y se libere la tensión y del estrés que se acumula diariamente.

*La fuente.* En la dimensión de la fuente de aprendizaje, la propuesta integradora de Meier (2006), incluye al profesor, la bibliografía, las anotaciones, los compañeros de estudio y otras fuentes.

El profesor, dentro de nuestro sistema educativo, se convierte en una de las fuentes de aprendizaje más importantes, en vista de su rol docente como facilitador de procesos en los alumnos. Existen ciertas características que intervienen

en dichos procesos, pudiendo los mismos verse afectados positiva o negativamente por la intervención del docente. Entre ellas, sus estrategias pedagógicas, el lenguaje verbal y no verbal, características de personalidad y niveles de empatía con los estudiantes.

La bibliografía recomendada por el profesor es otra fuente de aprendizaje; permite consultar, repasar y entender más profundamente algún tema o contenido.

Igualmente, las anotaciones o apuntes son indispensables como guía al momento de estudiar o repasar. Al oír una clase de cualquier asignatura, ver lo que escribe o proyecta el profesor y escribir selectivamente los datos importantes, se están utilizando tres canales de aprendizaje, lo cual facilitará la comprensión y memorización de los contenidos.

Los compañeros también pueden ser fuentes de aprendizaje. Consultar con ellos alguna duda puede completar vacíos de información lo que facilita rápidamente la comprensión de algún aspecto. Cuando se inicia el estudio y no se puede resolver algún problema, esto causa frustración que predispone negativamente a continuar estudiando; si por el contrario, se consulta con algún compañero, se puede salir rápidamente de la duda y continuar estudiando con una actitud más positiva.

Las otras fuentes son las nuevas tecnologías en el área de la informática, que han desarrollado una serie de programas interactivos de aprendizaje sobre diferentes temas, a través de CD, la computadora y la web. Igualmente existen estudios a distancia usando esta tecnología.

*La tarea.* Otra de las dimensiones importantes con respecto al aprendizaje son las variables que dependen de la tarea por aprender. Se consideran características propias de la tarea la visión de la totalidad, sus partes y la estructura ordenada de las mismas.

Una visión primaria de conjunto de la tarea permite determinar aspectos relevantes como su extensión, nivel de complejidad percibido y sus elementos constitutivos. Con este conocimiento previo, aunque superficial, se puede planificar el tiempo de estudio y lo más importante, establecer las relaciones entre las partes, para tener una buena comprensión.

La estructura ordenada de los conocimientos o temas, permite ir avanzando progresivamente en los niveles de dominio y se convierten en insumos para la aplicación de los procesos de pensamiento. Sánchez (1994), considera los procesos de pensamiento de orden superior como típicos de las asignaturas del sistema educativo. Sus grados de aplica-

ción determinan en gran medida el aprendizaje. Menciona como tales a la observación, análisis, síntesis, comparación, relación y evaluación.

La observación es uno de los procesos más importantes, porque es el que capta el estímulo que va a ser procesado. Su aplicación implica una selección de la información relevante que será utilizada en los demás procesos de pensamiento de orden superior.

Analizar es dividir un todo en sus partes, pero ese todo puede ser analizado según varios criterios, de allí que un mismo todo pueda permitir varios tipos de análisis, según el objetivo seleccionado. Sintetizar es el proceso inverso al análisis. Si se tiene un conjunto de partes se pueden construir diferentes todos, de acuerdo al objetivo que se quiera. Es un proceso creativo.

La comparación y relación son procesos de pensamiento muy importantes que se utilizan diariamente, frecuentemente sin estar conscientes de ello. Su uso apropiado durante el proceso de aprendizaje de cualquier asignatura ayuda a comprenderla a profundidad, relacionarla con temas parecidos, lo cual facilita la retención, evocación y resolución de cualquier problema. Al comparar los objetos (problema) que comparten algunas semejanzas y tienen algunas diferencias, se deben establecer las variables de comparación, ver los valores de esas variables en cada objeto y luego relacionarlas.

Finalmente, cuando se habla de evaluación hay que señalar que existen dos tipos: evaluación interna y externa. En la evaluación interna el individuo escoge los criterios o variables que van a ser evaluadas. La autoevaluación, como proceso interno, es indispensable en el aprendizaje y se debe aplicar cada vez que se estudia, para verificar si realmente se ha aprendido. No hay que esperar el momento del examen para darse cuenta si se dominan o no los contenidos. En la evaluación externa, es la propia situación la que determina los criterios que se deben tomar en cuenta.

*El ambiente físico y psicológico.* Una cuarta dimensión dentro de la propuesta integradora de Meier (2006), presenta las variables que dependen del ambiente físico y psicológico. Aquí se consideran factores físicos como la iluminación, ventilación, temperatura y nivel de ruido, junto con factores psicológicos como el respeto y la confianza, que en una adecuada combinación, crean condiciones favorables para el aprendizaje en ambientes como el aula o la biblioteca.

*El tiempo.* En la dimensión tiempo se consideran los efectos del olvido y las estrategias para superarlos. Como a las 24 horas se olvida aproximadamente el 40% de la información

y al segundo día este porcentaje aumenta al 60% aproximadamente, es necesario realizar actividades previas a la clase y repasos activos y selectivos posteriores que no excedan las 24 horas de diferencia, de manera de reducir el efecto de la curva del olvido.

*El refuerzo.* Finalmente, la dimensión del refuerzo toma como referencia el principio que afirma que repetimos comportamientos cuyas consecuencias son agradables y evitamos hacer aquellos cuyas consecuencias son desagradables. En el caso del estudio hay que preguntarse ¿Qué es lo que lo recompensa, lo que hace repetir el comportamiento de estudiar? Se plantea como refuerzo a corto plazo la satisfacción de haber aprendido, resolver problemas adecuadamente y a largo plazo metas como la graduación y el estilo de vida que se desea.

Los mapas mentales constituyen otra de las bases teóricas que sustentan la presente investigación y el diseño de la estrategia utilizada en el curso MA0002. El mapa mental es una herramienta gráfica análoga a la forma como funciona el cerebro, en cuanto al pensamiento radial (la forma como se interconexiónan las neuronas cuando se produce la huella del recuerdo) (Buzán, 1996; Kasuga *et al.* 2001). Permite ver el todo y sus partes al mismo tiempo, facilitando los procesos de comparación y relación. Para su elaboración, se utilizan colores, símbolos y la creatividad personal de quien lo realiza. Incluye los aspectos cognitivos y afectivos.

En este trabajo se presentan y analizan los resultados obtenidos en la segunda experiencia de la asignatura, haciendo recomendaciones y proponiendo futuras directrices.

## METODOLOGÍA

El diseño de investigación utilizado fue del tipo cuasi-experimental con posprueba únicamente y grupo de control (Hernández *et al.* 2006). Este diseño establece la presencia de dos grupos. A uno de ellos se le administra el tratamiento (variable independiente) y el otro no. Este último se considera como grupo control.

Para el caso de este trabajo, el tratamiento administrado fueron las estrategias desarrolladas dentro del marco de la asignatura MA0002, que implicaban la aplicación de las variables del aprendizaje descritas en el modelo integrador de Meier (2006) y la utilización de los mapas mentales con contenidos matemáticos. Los dos grupos se miden al final de la administración del tratamiento mediante una posprueba (variable dependiente). La posprueba utilizada fueron las calificaciones obtenidas en la materia MA1111 (que ambos grupos cursaron), las cuales fueron dicotomizadas en aprobar – no aprobar dicha asignatura.

Para determinar los efectos del tratamiento se utilizó el estadístico de McNemar debido al tamaño pequeño de las muestras evaluadas (SISA, 2006). La cuasiexperimentalidad se derivó del hecho de la imposibilidad de poder seleccionar al azar a los sujetos integrantes de los dos grupos y su asignación aleatoria a los mismos, por lo cual se les considera como grupos intactos, ya que la participación en uno u otro grupo fue determinada voluntariamente por los estudiantes y los mismos ya estaban conformados al momento de iniciarse el tratamiento.

Todas las sesiones de MA0002 se realizaron en el mismo ambiente físico, a la misma hora, el mismo día de la semana, con la presencia de los mismos profesores. El grupo control no cursó dicha asignatura. Los estudiantes de ambos grupos cursaron matemáticas 1 (MA1111) y en esta asignatura también se mantuvo un ambiente físico constante, los mismos días de la semana, con la excepción de que los estudiantes de MA1111 pertenecían a secciones diferentes (integradas además por estudiantes cursantes de esta asignatura por primera vez) con diferentes profesores, asignados al azar por la Dirección de Admisión y Control de Estudios de la Universidad Simón Bolívar.

El tratamiento se administró bajo la figura de una materia extra plan sin hacer referencia al carácter experimental de la misma. Para el trimestre septiembre-diciembre 2007, fecha en que se recopilaban los datos, habían 45 estudiantes bajo la condición de último trimestre en la universidad por la aplicación de las normas de permanencia del reglamento de estudios de la Universidad Simón Bolívar, sede Sartenejas, que tenían que obligatoriamente cursar y aprobar matemáticas 1 (MA1111).

El grupo de los 45 estudiantes en situación de riesgo, obtuvo un promedio de nota del bachillerato de 15,17 sobre 20, un promedio en el examen de admisión de 45,20 puntos (la nota mínima de los que entraron en esa cohorte fue de 39) y un índice académico promedio de 3,25 sobre 5, (7 de ellos en período de prueba, por debajo de 3,0000 puntos).

El grupo al cual se le administró el tratamiento quedó conformado por los 15 estudiantes que inscribieron la asignatura MA0002 voluntariamente y el grupo control por los 30 estudiantes que no lo hicieron. Tres estudiantes del grupo control se retiraron de la universidad y no culminaron el trimestre. Ambos grupos pertenecían a la misma cohorte (2006) y estaban cursando MA1111, además de otras materias de extra plan o materias generales del ciclo básico, según el caso.

La característica de MA0002 como materia extra plan, es decir, que no forma parte del plan de estudios de las carre-

ras que se imparten en la USB, hizo que su oferta no fuera obligatoria, sino opcional, para los estudiantes. La asignatura MA0002 la oferta el Departamento de Matemática y lo hace en el trimestre septiembre-diciembre de cada año. Esta asignatura tenía para ese momento 1 crédito y como corresponsito la asignatura Matemática 1 (MA1111), es decir, ambas tienen que cursarse en forma simultánea. No hay diferencias administrativas entre cursar una o ambas materias. La asignatura matemática 1 (MA1111) tiene cuatro créditos y corresponde al primer trimestre del pensum de estudios del ciclo básico.

Para ambos grupos, el número de créditos cursados estaba comprendido entre 8 y 13 créditos, lo que corresponde a 3 ó 4 asignaturas. Académicamente, los que cursaban MA0002 recibieron un entrenamiento de apoyo que no recibieron los estudiantes que no la cursaron.

El diseño curricular de la asignatura MA0002: “Aprender MA1111 una visión psicodidáctica”, incluyó el desarrollo durante el curso de las estrategias de aprendizaje según la propuesta de Meier (2006).

La asignatura MA0002 se administró siguiendo las siguientes pautas: cada clase semanal (3 horas) se inició utilizando ejercicios de atención y concentración con control del tiempo para cada estudiante y con fondo musical del efecto Mozart. Cada uno de los estudiantes llevó su propio record de velocidad y exactitud. En algunas sesiones se comenzaron a poner en experimentación ejercicios de rapidez y exactitud con expresiones y contenidos matemáticos. Se asignaron otros ejercicios para ser practicados fuera del horario de clase y hojas especiales para llevar el control de las actividades de aprendizaje hechas durante sus horas de estudio.

Todas las sesiones incluyeron actividades de contenidos matemáticos. La mayoría de estos fueron realizados en grupos de 3-4 estudiantes, donde se elaboraron en conjunto mapas mentales de los temas de MA1111. Se hizo un énfasis especial en el caso de la construcción del mapa mental de gráfica de funciones, realizándose con la participación de toda la clase, en vista de la importancia del mismo dentro de la asignatura MA1111, ya que este integra muchos conocimientos. Con estas actividades los estudiantes tuvieron la oportunidad de aclarar dudas y fijar correctamente los conocimientos. Posteriormente se resolvieron problemas guiándose por los mapas mentales realizados y supervisados por la profesora de matemática.

En cuatro sesiones se les entregó a los estudiantes diversos ejercicios que cubrían diferentes temas a evaluar en cada parcial de matemática. Para cada tema estaba escrito un ejercicio mal resuelto, un ejercicio con solución correcta

y un ejercicio sin resolver. Se organizó a los estudiantes en grupos de tres o cuatro y se les pidió que discutieran con sus compañeros los ejercicios suministrados y detectaran los errores en el ejercicio mal resuelto y resolvieran el ejercicio propuesto.

Se pasaron a transparencias los enunciados de ejercicios propuestos en diferentes parciales de matemática de años anteriores y se les fue mostrando uno a uno a los estudiantes para que ellos explicaran por intervención libre, cómo empezarían a resolver el ejercicio y porqué. Escuchadas varias propuestas, la profesora de matemática procedió a resolverlos en la pizarra.

En la semana nueve, la profesora de matemática se reunió individualmente con cada estudiante para discutir los resultados e indicarles con detenimiento los errores cometidos. De esta forma se trabajó la variable solución de problemas durante el curso.

En todas las sesiones (12) del trimestre, se expusieron conocimientos sobre neurobiología del aprendizaje. Esto completó el estudio de las variables biológicas y psicobiológicas del aprendizaje. Se dieron indicaciones específicas de cómo aplicar este tipo de variables buscando un control de las mismas para así generar condiciones óptimas del aprendizaje.

Durante la realización de estas actividades se aplicaron los procesos de pensamiento de observación, análisis, síntesis, comparación y evaluación. Se hicieron ejercicios de relajación antes de la presentación de los exámenes de matemática y también ejercicios de cambios de creencias en relación a su actuación ante la situación de examen. Con estos ejercicios se intervino en los aspectos emocionales del aprendizaje en los estudiantes, buscando que superaran los bloqueos que se le presentaban.

Igualmente se realizaron ejercicios de memoria inmediata y análisis de la agrupación de los ítems recordados, construcción de rompecabezas con y sin la visión del conjunto.

La evaluación de la asignatura MA0002 se realizó de la siguiente forma: sobre 100 puntos, 25% correspondió a actividades y tareas relacionadas con el área de MA1111. El 75% restante incluyó asistencia, participación en las actividades de clases, resúmenes de las lecturas y 2 entrevistas donde se evaluó con base al registro escrito de actividades de aprendizaje, los niveles de compromiso y cambio de actitudes frente a su desempeño académico.

## RESULTADOS

Los siguientes resultados muestran el efecto del curso MA0002 en las notas de MA1111, comparando los estudiantes que participaron en dicho curso con los que no lo hicieron. Se optó por utilizar el estadístico de McNemar para muestras relacionadas en vista que los datos son binarios y la muestra es de tamaño pequeño. En primer término se presentará la tabla 1, con las frecuencias de estudiantes en cada condición y en segundo término la tabla 2, con los resultados de la aplicación de la prueba de McNemar.

**Tabla 1.** Comparación entre los estudiantes que aprobaron o no aprobaron MA1111 con respecto a los que cursaron o no cursaron las dos asignaturas (MA1111 y MA0002).

	APROBÓ MA1111		TOTAL
	SI	NO	
CURSO MA1111 Y MA0002	11	4	15
CURSO SOLO MA1111	16	11	27
<b>TOTAL</b>	<b>27</b>	<b>15</b>	<b>42</b>

Se observa que de los 15 estudiantes que cursaron ambas asignaturas, 11 de ellos aprobaron MA1111. En el caso de los estudiantes que sólo cursaron MA1111 (27 en total), 16 de ellos la aprobaron.

**Tabla 2.** Tabla representativa de los resultados de la prueba de McNemar.

Pruebas de chi-cuadrado		
	Valor	Sig. Exacta (bilateral)
<i>Prueba de McNemar</i>	42	,012 <sup>a</sup>
<b>a. Utilizada la distribución binomial</b>		

La tabla muestra que el estadístico de McNemar dio significativo para un nivel crítico de 0,05. Esto demuestra que los estudiantes que cursaron las dos asignaturas aprobaron en un nivel significativamente mayor MA1111 que los estudiantes que solamente cursaron MA1111. Algunos de los estudiantes del grupo donde se administró el tratamiento no hicieron las lecturas y tareas correspondientes. También pudo observarse que a pesar de que se fomentó el trabajo en grupo no se formaron grupos de estudio para MA1111 y en general no se observó la integración y empatía esperada entre ellos y los profesores.

El último día de clase se pasó una encuesta anónima a los estudiantes con los siguientes resultados:

*Aspectos que los estudiantes consideraron beneficiosos:*

- \* Estrategias de Aprendizaje apropiadas para estudiar matemáticas y otras asignaturas.
- \* Desarrollo de la atención visual.
- \* Reconocer las fallas personales en relación a actitudes y conocimientos de la matemática.
- \* Bajar los niveles de estrés.
- \* Conocimiento sobre la biología del aprendizaje.

*Aspectos que pueden ser mejorados:*

Darle más créditos a la asignatura MA0002 (Para ese momento tenía 1 solo crédito).

## CONCLUSIONES

Los resultados cuantitativos y cualitativos obtenidos muestran la influencia positiva que tuvo cursar MA0002 en los estudiantes.

En las opiniones suministradas, los estudiantes reconocieron el impacto de la asignatura para lograr una comprensión más profunda y exacta de las matemáticas. Los efectos cuantitativos y cualitativos observados tienen que referirse al tratamiento como un todo y no al efecto de una variable en particular. En el diseño no se consideró en forma separada cada una de estas variables y su influencia en la variable dependiente. Esto podría generar alguna dificultad en la réplica del tratamiento, por su nivel de complejidad.

Es posible que la inscripción voluntaria a la asignatura MA0002 esté relacionada con mayores niveles de motivación y/o necesidades de apoyo para aprobar matemáticas 1.

Es necesario abordar el aprendizaje de la matemática con estrategias que abarquen no sólo la repetición de información, sino también, la dimensión afectiva y cognitiva, creando un clima que favorezca la autoestima, disminuya el miedo y sobre todo, donde el estudiante perciba que sí tiene las capacidades intelectuales y que el profesor crea en esas capacidades. Además, que la información sea procesada con estrategias cognitivas que faciliten su comprensión y retención, propiciando el proceso de relación y transferencia, y por supuesto, que el estudiante conozca todos los mecanismos biológicos y psicológicos que subyacen en la construcción y facilitación de su propio aprendizaje.

Como aspecto adicional, es imprescindible realizar intervenciones adecuadas paralelas a la realización de la asigna-

tura en aquellos casos que lo ameriten por su situación de riesgo emocional.

Para trabajar acertadamente con el conocimiento matemático es indispensable haber desarrollado habilidades en la percepción visual, ya que a niveles avanzados de esta área del conocimiento, se requiere de memoria visual, percibir con exactitud todos los detalles, rapidez y discriminación visual. La percepción equivocada de una simbología, número, etc., impide la comprensión al momento de estudiar y el no obtener resultados exactos, ya sea en la práctica de estudio o durante el examen.

Por sus características (uso de música, ejercicios de atención, concentración y relajación), el curso requiere de un lugar libre de ruidos y bien acondicionado.

Es importante invitar al curso a lo largo del trimestre a varios profesores que estén dictando en ese momento la asignatura MA1111, para que este profesor(a) interactúe con los estudiantes en un tiempo de 20 minutos aproximadamente.

### LIMITACIONES Y DIRECCIONES FUTURAS

La oferta de la asignatura MA0002 no se realizó adecuadamente, lo que trajo como consecuencia que muchos estudiantes para los cuales estaba dirigida la materia no se enteraron de la misma y por lo tanto no la inscribieron. El número de créditos asignados no se corresponde con la carga académica real de la asignatura.

Uno de los aspectos de relevancia que se tiene previsto profundizar es en la estandarización de los procedimientos seguidos para cada variable dentro del tratamiento, con miras de mejorar la validez externa del estudio. Por ejemplo, una de las áreas es la construcción de los ejercicios de velocidad y exactitud y las analogías con contenidos matemáticos. Esto hará que el entrenamiento sea más preciso a las condiciones de la asignatura.

Además, es otra de las prioridades a realizar el desarrollo de un material bibliográfico adaptado a la asignatura, a los cursos de matemáticas 1 y fundamentado en procesos de pensamiento.

Son aspectos importantes en el desarrollo de la asignatura el desarrollo de las investigaciones relativas a los componentes didácticos de la enseñanza de la matemática, solución de problemas matemáticos y uso del lenguaje materno.

### AGRADECIMIENTOS

En especial a la licenciada Erika Gomes, por sus valiosos aportes en el desarrollo de los materiales del curso. Al departamento de matemáticas de la USB, en particular a su asistente Nancy Ángel, por el apoyo prestado. A la Directora de Desarrollo Estudiantil, profesora Beatriz Girón y al jefe de la Sección de Orientación, Iván Trujillo, por la comprensión mostrada en el uso del tiempo de recursos humanos para programas interdisciplinarios.

### APÉNDICE

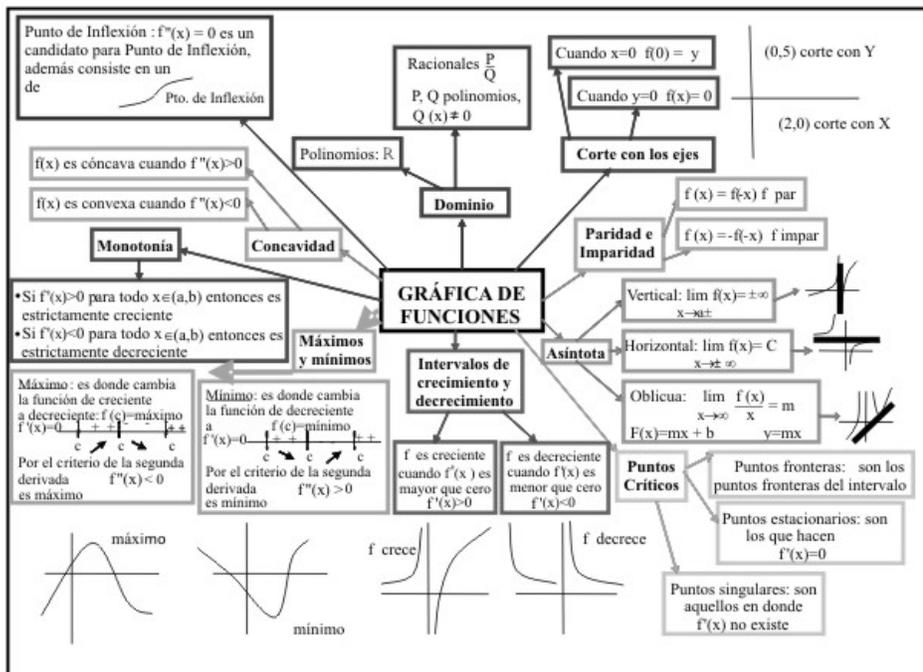


Figura 1. Mapa mental sobre funciones.

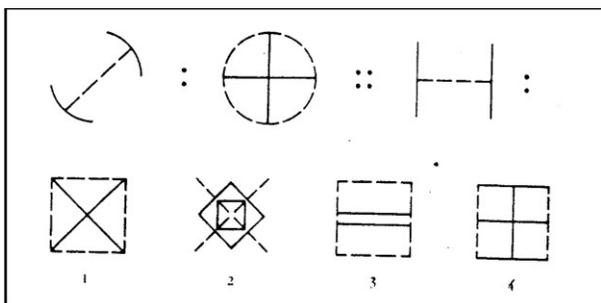


Figura 2. Ejemplo de ejercicio de Analogías Figurativas.

$\text{sen}\left(\frac{\pi}{2}-t\right)$  es a  $\cos(t)$  como  $\cos\left(\frac{\pi}{2}-t\right)$  es a?

(exp. 1) (exp. 2) (exp. 3)

a.  $-\cos(t)$     b.  $-\text{sen}(t)$     c.  $-\tan(t)$     d.  $\cot(t)$     e.  $\text{sen}(t)$

Figura 3. Ejemplo de ejercicio de Analogías Matemáticas.

### RELACIÓN Y DESCRIPCIÓN

Describe las características con las cuales concluiste que la primera expresión se relaciona con la segunda, y la tercera con la respuesta.

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

Su tarea consiste en buscar en la hilera de letras de la columna derecha, la letra indicada en la columna izquierda. En este caso no importa si la letra es mayúscula o minúscula. Marque con una "S" si la letra está presente en la columna derecha y con una "N" si no lo está.

**SET 1**

1.	f	K	n	p	C
2.	B	L	x	B	r
3.	n	e	p	b	n
4.	V	R	S	T	O
5.	t	b	t	n	q
6.	I	Y	o	M	p
7.	c	m	W	c	I
8.	P	S	K	P	Y
9.	v	t	L	N	v
10.	m	f	r	e	p

Figura 4. Ejemplo de ejercicio de percepción visual de Velocidad y Exactitud.

Su tarea consiste en comparar los pares de expresiones que hay en cada columna e indicar cuando son iguales (=) ó diferentes ( $\neq$ )

1.  $x_1 - x_2$      $x_1 - x_2$
2.  $y_1 - y_2$      $y_2 - y_1$
3.  $-k + j$      $j - k$
4.  $x_1 + x_2$      $x_1 + x_1$
5.  $\frac{1}{2} + \frac{1}{2}$     1
6.  $\frac{1}{3} + \frac{2}{3}$      $\frac{1}{3} + \frac{3}{2}$
7.  $-(-x)$      $x$
8.  $x - 4$      $-(x - 4)$
9.  $4 + \frac{25}{4}$      $\frac{29}{4}$
10.  $\sqrt{4}$     2

Figura 5. Ejemplo de ejercicio de percepción visual de Velocidad y Exactitud con expresiones matemáticas.

### REFERENCIAS

- ARTIGUE, M. (2003). ¿Qué se puede aprender de la investigación educativa en el nivel universitario?. Boletín Asociación Matemática Venezolana, vol. X, número 2, 117-134.
- BENSON, R. (1994). Stress y conflicto. Método de Superación. Madrid: Paraninfo. s/n.
- BUZÁN, T. (1996). Mapas Mentales. Barcelona, España: Ediciones Urano. s/n.
- BYRNE, J.P. (2001). Minds, Brains and Learning. Understanding the Psychological and Educational Relevance of Neuroscientific Research. New York, NY, EE. UU: The Guilford Press. s/n.
- GIL, N., GUERRERO, E., BLANCO, L. (2006). El dominio afectivo en el aprendizaje de las matemáticas. Electronic Journal of Research in Educational Psychology, N° 8, vol. 4 (1), 47-72.

GÓMEZ-CHACÓN, I. (2000). Matemáticas Emocional. Los

- afectos en el aprendizaje matemático. Madrid: Mar-  
cea. s/n.
- HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C., BAPTISTA, P. (2006). *Metodología de la investigación*. México, DF: McGraw-Hill Interamericana, cuarta edición. s/n.
- JAUSOVEC, N., JAUSOVEC, K., GERLIC, I. (2006). The influence of Mozart's music on brain activity in the process of learning. *Clinical Neurophysiology*, 117, 2703-2714.
- KANDEL, E. (2006). *In search of memory*. New York, NY, EE. UU: W.W. Norton & Company Ltd. s/n.
- KASUGA, L., GUTIÉRREZ, C., MUÑOZ, J. (1999). *Aprendizaje acelerado*. México, DF: Grupo de aprendizaje continuo, S.C. s/n.
- KOSMALA-ANDERSON, J., & WALLACE, L. (2007). Diferencias de género en las reacciones psicósomáticas de los estudiantes afectados por el estrés en los exámenes. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, N° 12, vol. 5 (2), 325-348.
- MEIER, A. (2006). *Variables que intervienen en el aprendizaje*. Universidad Simón Bolívar, Dirección de Desarrollo Estudiantil. Sección de Orientación, Sartenejas, Venezuela. s/n.
- MEIER, A. & VANEGAS, C. (2006). *Diseño curricular de la asignatura MA0002*. Universidad Simón Bolívar, Departamento de Matemática, Sartenejas, Venezuela. s/n.
- RAUSHER, F., & HINTON, S. (2006). The Mozart Effect. Music Listening is Not Music Instruction. *Educational Psychologist*, 41(4), 233-238.
- ROCHA, F.T., ROCHA, A.F., MASSAD, E., MENEZES, R. (2005). Brain mappings of the arithmetic processing in children and adults. *Cognitive Brain Research*, 22, 359-372.
- SÁNCHEZ, M. (1994). *Desarrollo de habilidades del pensamiento*. Procesos básicos. México, DF: Trillas. s/n.
- SCHACTER, D. (2007). *Los siete pecados de la memoria. Cómo olvida y recuerda la mente*. Barcelona, España: Editorial Ariel S.A. s/n.
- SISA (2006). *Simple Interactive Statistical Analysis. Pairwise*. Recuperado el 5 de junio de 2008 en: <http://home.clara.net/sisa/pairwhlp.htm>. s/n.
- SOUSA, D. (2002). *Cómo aprende el cerebro*. Thousand Oaks, CA, EE. UU: Corvin Press. Segunda edición.