

**Actitudes hacia las matemáticas
en estudiantes de ingeniería
en universidades autónomas venezolanas**
*Attitudes toward mathematics among engineering
students at Venezuelan autonomous universities*

Yadira ÁLVAREZ¹

yadiraa@ucla.edu.ve

Universidad Centro Occidental «Lisandro Alvarado»

Barquisimeto, Venezuela

Marcos RUIZ SOLER²

ruizsoler@uma.es

Universidad de Málaga, España

Recibido: 20-7-2009

Aprobado: 25-6-2010

¹ Licenciada en Educación por la Universidad de Carabobo, Venezuela. Magister en Educación por la misma universidad. Profesora Asociada. Doctora en Investigación en Ciencias del Comportamiento por la Universidad de Málaga, España.

² Licenciado en Psicología por la Universidad de Barcelona, España. Doctor en Neurociencia Cognitiva por la misma universidad. Profesor Titular en el área de Metodología de las Ciencias del Comportamiento en la Universidad de Málaga. Profesor invitado en varias universidades y participante en proyectos de investigación internacionales. Línea de investigación: modelado de procesos psicológicos. Varias publicaciones en su área de conocimientos.

RESUMEN

La presente investigación de tipo descriptivo fue realizada mediante la metodología de encuesta con el propósito fundamental de analizar las actitudes hacia las matemáticas del estudiantado de ingeniería de universidades autónomas venezolanas. La población objeto de estudio estuvo constituida por el alumnado matriculado en las facultades de ingeniería para el primer semestre del año 2004, lo que alcanzó un total de 5.931 estudiantes. Para seleccionar la muestra se aplicó un muestreo estratificado por conglomerados, aceptando un nivel de confianza del 95%. La muestra quedó constituida por 613 participantes con edades comprendidas entre 15 y 30 años respectivamente. Los resultados obtenidos mediante el análisis factorial de componentes principales de carácter exploratorio con rotación Varimax evidencian una estructura coherente y parsimoniosa de tres componentes: *agrado, dificultad y utilidad*.

Palabras claves: Actitudes de los estudiantes, matemáticas, ingeniería, Educación venezolana.

ABSTRACT

This descriptive study was carried out using questionnaires to analyze the attitudes toward mathematics by engineering students at autonomous Venezuelan universities. The population under study consisted of students studying in engineering faculties in the first Semester of 2004, giving a total of 5,931 students. To select the sample, a stratified sampling by conglomerates was applied accepting a level of reliability of 95%. The sample was thus reduced to 613 participants whose ages ranged between 15 and 30. The results obtained through factorial analysis of the main components of an exploratory nature with Varimax rotation pointed to a coherent and parsimonious structure made of three components: *likes, difficulty and utility*.

Keywords: Student attitudes, mathematics, engineering, Venezuelan education.

1. INTRODUCCIÓN

La matemática es una disciplina que ha estado presente en todas las culturas desde los albores de la humanidad. Su conocimiento ha permitido a la humanidad la explicación, comprensión y transformación de hechos sociales y naturales que tienen lugar en su entorno. En la

antigua Grecia, fue una de las primeras áreas educativas organizadas como disciplina en torno a lo que se denominó el *Quadrivium* (Aritmética, Música, Geometría y Astronomía) o estudio del número y su relación con el espacio y el tiempo físico. En la actualidad, las matemáticas son el soporte insustituible de los avances tecnológicos y comunicacionales de una sociedad altamente tecnificada, que exige un especial esfuerzo de formación y preparación de sus miembros, tanto para vivir en ella, como para incorporarse a las tareas productivas y adecuarse a las continuas mejoras y cambios. De ahí, que su conocimiento resulta determinante para que los individuos puedan entender, interpretar y analizar las distintas y complejas situaciones que tienen lugar en el mundo físico, social y cultural en el que se desenvuelven. Los impuestos, el IVA, comprar y vender, interpretar gráficos y noticias económicas, construir una casa, un puente, interpretar la hora, orientarse en el plano de una ciudad, hacer una investigación científica, son actividades imposibles de realizar sin el apoyo de las matemáticas (Hernández & Soriano, 1999).

No olvidemos que el universo se rige por leyes naturales, de las cuales es imposible prescindir, y las matemáticas son hasta el momento la mejor manera de entender esas leyes y sus interrelaciones. El diseño de una estructura (puente, casa, edificio, carreteras), la operación de una máquina de combustión, el comportamiento poblacional, la optimización de un proceso, en fin, cualquier fenómeno, es posible caracterizarlo mediante modelos matemáticos (Guzmán, 1991; Chamoso, 1995; Calderón, 1996).

De tal manera, que su presencia en la educación obligatoria tiene un elevado nivel utilitario y formativo desde diferentes perspectivas: instrumental, intelectual, comunicativa, cultural, lúdica, estética, recreativa e histórica (Rico, 1997). En lo concerniente a la educación superior las matemáticas encuentran su aplicación en la totalidad de las carreras, aunque sus contenidos y nivel de profundidad varíen. Lo mismo la utilizan quienes se dedican a carreras vinculadas con las ciencias y las ingenierías, como las ciencias sociales, la medicina, e incluso el arte y la música.

En carreras como las ingenierías, las matemáticas son insustituibles y vitales para su desarrollo y aplicación. Por tanto, en el diseño curricular de esta

carrera las matemáticas están agrupadas en diferentes cursos y representan la base de otras asignaturas, de tal manera que el alumnado debe cursarla durante varios semestres consecutivos, incluso, estudiar simultáneamente varias asignaturas relacionadas directamente con las matemáticas.

En tal sentido, las dificultades presentes en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas ha sido motivo de especial preocupación para educadores, profesores, administradores, directivos, padres y, muy especialmente, para los propios estudiantes. En la literatura revisada se evidencian los obstáculos que han acompañado durante largo tiempo a este proceso en los diversos niveles y sistemas educativos. Hasta el punto de que se le considera uno de los ámbitos de mayor complejidad en la educación, motivado al reducido número de estudiantes que logran adecuados grados de competencia y satisfacción por su desempeño Burgos (1992). Diversos estudios reportan que las matemáticas tienden a constituirse en un filtro selectivo en los distintos niveles educativos a escala mundial (Davis & Hersh, 1998). Prueba de ello son los resultados obtenidos en distintas evaluaciones internacionales, como por ejemplo, PISA (2003) que contó con la participación de 250.000 estudiantes de 44 países distintos. Sus resultados muestran que a un 67% de los participantes les desagradan las matemáticas, asignatura que, por lo demás, manifiestan no comprender. Por el contrario, sólo un 38% reporta interés y gusto por esta disciplina (OCDE, 2004).

El informe del sistema educativo español elaborado por el *Instituto Nacional de Calidad y Evaluación (INCE)* en el año 2002, señala que las matemáticas representan una de las asignaturas con mayor porcentaje de aplazados y fracasos escolares en el último tramo de la educación secundaria y en los primeros semestres universitarios (INCE, 2003).

En las investigaciones realizadas en Latinoamérica la situación no es diferente, en lo referente a Venezuela existe poca información sobre estudios importantes del rendimiento en esta disciplina, lo que hace más difícil explicar qué está sucediendo con su proceso de enseñanza-aprendizaje. Los pocos estudios, tanto cuantitativos como cualitativos, evidencian muy bajos aprendi-

zajes matemáticos y graves dificultades con respecto a su enseñanza (Planchart, Garbín & Gómez-Chacón, 2005). Así lo demuestran los resultados obtenidos por el estudiantado en los exámenes de admisión que establecen algunas universidades públicas y los elevados porcentajes de aplazados en matemáticas en los primeros semestres de las distintas carreras universitarias.

Cabe destacar que una de las carreras con elevada dificultad en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas probablemente sea la ingeniería. En efecto, en esta carrera las matemáticas adquieren un carácter eminentemente formativo, además, del informativo que permite al estudiante entender la parte de la naturaleza que va a estar en el centro de su desempeño académico y profesional. Razonar con rigor y precisión, traducir un problema del mundo real a un problema matemático, discriminar datos para la solución de un problema, diseñar estudios experimentales, expresar gráficamente datos, controlar el error cometido al solucionar un problema, interpretar físicamente la solución de un problema, analizar y predecir el comportamiento de un sistema a partir de un modelo, utilizar herramientas computacionales, entre otros, permiten al ingeniero el análisis y la previsión del comportamiento de distintos sistemas (mecánico, eléctrico, informático) donde le corresponda desempeñarse, según sea su especialidad (Zaldívar, 1998).

Es importante advertir del interés, inclinación, disposición y competencia lógica y numérica que se supone acompaña a los estudiantes que deciden matricularse en las distintas especialidades de la carrera de ingeniería, en consecuencia, su desempeño académico debería evidenciar esta inclinación y preferencia. No obstante, las investigaciones al respecto señalan todo lo contrario y revelan elevadas cifras de aplazados, repitientes y abandonos al finalizar cada periodo académico (Ocanto, 1995; Planchart, Garbín & Gómez-Chacón, 2005; Blanco & Guerrero, 2002).

Al respecto, Manstretta & Hernández (2000) reportan que el promedio de notas general del Departamento de Matemáticas en la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Zulia, fue de 8,34 en escala del 0 al 20, lo que indica que no se llega a alcanzar la nota mínima aprobatoria.

Una investigación realizada en el Decanato de Ingeniería Civil de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado reporta que en 1991, el 92% de los estudiantes cursantes de Cálculo I salieron aplazados, y en Cálculo II el 85% respectivamente. Asimismo, en el primer semestre del año 1995 el porcentaje de aplazados en Cálculo I se ubicó en 73% y en el segundo semestre de ese mismo año en 72% (Álvarez, 2000). Se advierte que desde el año 1996 hasta 1998, en el Decanato de Ingeniería Civil de la UCLA, el porcentaje de aplazados en Cálculo I fue superior al 70% (Álvarez, 2000). Para el año 2002 en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de los Andes, el porcentaje de reprobados en Cálculo I fue del 61%. En la Universidad de Carabobo, para ese mismo año, fue del 63% y en la Universidad de Oriente para el año 2003 alcanzó la alarmante cifra del 83% (Álvarez, 2007).

Los datos hasta aquí reportados son indicadores de la difícil y compleja situación académica que han atravesado los estudiantes de ingeniería en los cursos de matemáticas durante largo tiempo. De allí la necesidad de abordar su estudio con el objetivo de indagar y generar alternativas y líneas de acción que contribuyan a mejorar esta grave situación. Sin embargo, no son pocos los investigadores y profesionales del área educativa que, preocupados por estas dificultades, se han dedicado a explorar y analizar los caminos difíciles y complejos del aprendizaje de esta disciplina. Las explicaciones dadas a esta situación son múltiples: insuficientes o inadecuados conocimientos previos; poca o ninguna competencia en razonamiento lógico y abstracto; deficiencias en la adquisición y utilización del lenguaje matemático, ausencia de hábitos de estudio. Así mismo, algunos investigadores indican la desconexión entre las matemáticas enseñadas en educación media o secundaria y las que se imparten en la universidad; la forma tradicional de enseñar los contenidos matemáticos en las facultades de ingeniería, que en muchas ocasiones están totalmente desvinculados de los intereses del alumnado y de los aspectos específicos de la propia ingeniería; la insuficiente formación pedagógica de los docentes universitarios, entre otros (González, 1997; Azcárate, 1998; Fuenmayor, 2002; Planchart, Garbín & Gómez-Chacón, 2005).

Sin embargo, en las últimas décadas los estudios sobre la problemática de la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas se han enriquecido considerablemente con la incorporación de variables de tipo afectivo y socio-culturales. Estas perspectivas no niegan la naturaleza cognitiva del aprendizaje matemático, pero señalan que el factor cognitivo no es el único participante en el aprendizaje, pues es un proceso compartido con el mundo afectivo y el contexto del sujeto que aprende.

Hoy se sabe que la afectividad representa el origen central de toda la conducta humana y es el elemento subyacente en todo el accionar del sujeto (Reeve, 1994). Es importante destacar que la dimensión afectiva por largo tiempo fue excluida del proceso de aprendizaje por ser considerada negativa, perturbadora y amenazante para la racionalidad. Para Moreno (2000) los afectos constituyen variables permanentes en el ser humano que le dan significado a todas sus vivencias y sin duda alguna enriquecen y potencian el aprendizaje. Al respecto, Martino (2002) destaca que las perturbaciones emocionales se convierten en serios obstáculos para desplegar, de manera normal, la capacidad de aprender, lo que se traduce en conductas reactivas o defensivas, como por ejemplo, ansiedad, desinterés, apatía, frustración, angustia y temor.

Fue Mandler (1989) quien ofreció una de las primeras explicaciones sobre la influencia de la afectividad en el aprendizaje de las matemáticas. Al respecto, elaboró un modelo que destaca el aspecto psicológico de la emoción en las actividades numéricas. Indica que las emociones surgen cuando hay conflictos entre lo planificado y la realidad circundante. En este caso es el componente cognitivo el que define la cualidad de la emoción (miedo, frustración, orgullo). De igual manera, el educador matemático McLeod (1992) señaló la trascendencia del *dominio afectivo* en el aprendizaje de esta disciplina, manifestando la necesidad de trabajar sobre un nuevo paradigma de investigación que englobe los aspectos emotivos del proceso de enseñanza-aprendizaje.

El *dominio afectivo* ha sido definido, por distintos especialistas, como una categoría general formada por sentimientos, actitudes y creencias que representan la nota distintiva en los procesos cognitivos (McLeod, 1992; Reeve,

1994; Gómez-Chacón, 2000). Para los efectos de la presente investigación, se distinguen a las actitudes como el descriptor más específico de la dimensión afectiva. En este sentido, se parte de una concepción de la actitud como tendencias o predisposiciones aprendidas, relativamente duraderas, que tienen su origen en las creencias, ideas, percepciones y opiniones del sujeto e implican conductas de aproximación o evitación ante el objeto de la actitud (Allport, 1961; Fazio, 1989; Fishbein & Ajzen, 1975; Morales, 1999). Así mismo, se identifican las actitudes como un constructo de personalidad que tiene un carácter multidimensional con tres tipos de respuestas: cognitivas, afectivas-evaluativas y conductuales.

Es conveniente significar que, si bien las variables condicionantes del rendimiento en matemáticas en los estudiantes de ingeniería son muy numerosas y forman una compleja red, resulta muy complicado medir la influencia específica de cada una. Se parte de la idea de que las actitudes hacia las matemáticas son variables fundamentales para el aprendizaje de esta asignatura e intervienen, de manera significativa, en el rendimiento alcanzado por el estudiantado (Auzmendi, 1992; Gómez-Chacón, 2000; Blanco & Guerrero, 2002). En este sentido, Barón & Byrne (1998) enfatizan la significación de las actitudes en el proceso educativo al actuar como una especie de *lente psicológico* a través del cual se procesa toda la información que se recibe. Al respecto, la experiencia docente confirma estas aseveraciones al observar en el aula estudiantes angustiados, deprimidos, frustrados, apáticos, desmotivados y pesimistas, con frecuentes fallas y equivocaciones en las actividades matemáticas, quienes no logran aprender esta disciplina. En cambio, alumnos sosegados, confiados, optimistas, motivados e interesados logran rendimientos superiores y su aprendizaje resulta más cómodo y fácil.

En definitiva, un elevado número de educadores suscriben el aumento de la atención, interés y motivación del estudiantado ante contenidos que coinciden con sus actitudes, principios y valores. Por el contrario, evitan o ignoran informaciones que resultan incongruentes con sus actitudes y valores. Las investigaciones sobre las actitudes subrayan su importancia en la selección, interpretación y procesamiento de la información. Esta selectividad opera en

todas las fases del aprendizaje: atención, percepción, codificación, interpretación, elaboración y memoria (Worchel y otros, 2002). Esto explica la razón por la cual la información congruente con las actitudes es más fácil de codificar en la memoria a largo plazo. Así mismo, la información incongruente se reprime, censura o en su defecto se tiende a olvidar (Worchel y otros, 2002).

Por consiguiente, las actitudes son consideradas un buen predictor de la asimilación de los contenidos, de la motivación, de la memoria y del futuro uso que se haga de la asignatura, lo que en definitiva pueden impedir o facilitar el aprendizaje (Eagly & Chaiken, 1992; Álvaro & Garrido, 2003). En la literatura estudiada coexisten diversos enfoques explicativos de la formación de actitudes hacia las matemáticas, los cuales coinciden en afirmar su origen variado, multifacético y eminentemente cíclico (Callejo, 1994; Auzmendi, 1992; Gómez-Chacón, 2000).

Según McLeod (1992) y Gómez-Chacón (2000) el estudiantado recibe continuos estímulos asociados con el aprendizaje (los problemas que debe resolver, la percepción de la actuación del docente, su participación en el grupo y los mensajes recibidos del contexto) los cuales le producen diversas tensiones e innumerables reacciones positivas o negativas. Las respuestas a estos estímulos estarán mediadas por sus creencias, tanto de sí mismos, como sobre la asignatura. Si poseen creencias positivas sobre sí mismos y su competencia matemática, sus reacciones serán de satisfacción y logro. Por el contrario, si tiene creencias negativas acerca de su competencia matemática, sus reacciones serán de frustración y desencanto (Gómez-Chacón, 2000; Blanco & Guerrero, 2002). De tal manera que si la situación se repite, produciendo las mismas reacciones se activarán emociones (positivas o negativas). En consecuencia, sus experiencias de aprendizaje ejercerán una influencia definitiva en la formación de las actitudes. Si el estudiantado tiene experiencias satisfactorias sus sentimientos serán de curiosidad, bienestar, seguridad, interés, competencia y disfrute. Por el contrario, experiencias desagradables provocarán insatisfacción con sentimientos de inseguridad, frustración, incompetencia y desencanto. Si la situación se prolonga, los niveles de ansiedad aumentarán, pues se tendrá evidencia de incompetencia, lo que podría generar conductas evitativas y descalificaciones, tanto de sí mismo, como de su inteligencia.

En consecuencia, en la actualidad la formación de actitudes ha cobrado especial vigencia en el campo de la educación formal, las investigaciones han confirmado su impacto sobre la motivación y el aprendizaje del estudiantado. Al mismo tiempo, son consideradas las competencias de más alto nivel que pueden ser desarrolladas por el estudiantado para alcanzar cambios en sus capacidades autónomas y en sus valores. De esta manera podrá responder adecuadamente a las múltiples situaciones que debe enfrentar a lo largo de su proceso formativo, en el acelerado y cambiante mundo de hoy. De ahí la importancia de indagar sobre las actitudes hacia las matemáticas del estudiantado de ingeniería, con la intención de conocer y analizar los factores que subyacen en ellas. La información obtenida puede resultar muy valiosa en los cambios que es preciso introducir en futuras intervenciones de carácter remedial o preventivo, encaminadas a su mejora.

2. MÉTODO

El presente estudio es de carácter descriptivo, aplicando la metodología de encuesta, considerada la más indicada para recoger opiniones, creencias o actitudes (Cea, 1999). Los objetivos propuestos fueron: valorar las actitudes hacia las matemáticas de los estudiantes de ingeniería de universidades venezolanas autónomas, así como analizar los factores que subyacen en las actitudes hacia las matemáticas de estudiantes de las facultades de ingeniería de universidades autónomas venezolanas. La población objeto de estudio fue el conjunto de estudiantes cursantes del primer semestre matriculados en las facultades de ingeniería de universidades nacionales autónomas (Universidad Central de Venezuela, Universidad de los Andes, Universidad del Zulia, Universidad de Carabobo, Universidad de Oriente y Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado) para el año 2004, la que alcanzó un total de 5.931 estudiantes. Para la selección de la muestra se aplicó un muestreo estratificado por conglomerado. Como es conocido, el muestreo estratificado se utiliza cuando la población se encuentra dividida, de manera natural, en grupos que contienen la variabilidad de la población.

Los estratos estuvieron representados por las distintas universidades participantes (véase Tabla 1). Se observa cada universidad con el número de estudiantes matriculados para el año 2004. Además, en dicha Tabla 1 se advierte la muestra estimada así como la muestra empírica para cada institución, aceptándose un nivel de confianza del 95% y un máximo de error entre el 3% y el 4%.

TABLA 1
ESTRATOS: POBLACIÓN Y MUESTRA

Institución	Siglas	Población Estimada	Muestra empírica	Muestra
U. Central de Venezuela	UCV	812	75	80
U. de los Andes	ULA	239	27	45
U. del Zulia	LUZ	637	62	80
U. de Carabobo	UC	725	67	80
U. de Oriente	UDO	2758	253	248
U. Lisandro Alvarado	UCLA	760	62	80
Total		5931	546	613

El tamaño muestral debía ser al menos de 546 participantes distribuidos de manera proporcional en las distintas universidades. Para obtener el mínimo exigido de participantes, según el cálculo muestral, siempre hay datos que se pierden o que son inválidos. La muestra quedó finalmente constituida por un total de 613 estudiantes lo que asegura su representatividad. La distribución de esta muestra se indica en la Tabla 2 donde se observa que 340 participantes son del sexo masculino (55%) y 273 del sexo femenino (44%), con edades comprendidas entre 15 y 30 años, respectivamente. Se observa la distribución de las edades para el primer semestre. La encuesta fue respondida cuando la muestra cursaba el segundo semestre de la carrera.

TABLA 2
MUESTRA POR EDAD Y SEXO

Edad-grupo	Hombres	Mujeres
15 a 18	136	163
19 a 22	191	99
23 a 26	9	10
27 a 30	4	1
Total	340	273

2.1. Instrumento

La escala utilizada en esta investigación fue elaborada y validada en las fases previas a este estudio mediante el juicio de expertos y el análisis factorial de componentes principales. Dicha escala se fundamentó en la construida por Auzmendi (1992), instrumento multidimensional (uno de los pocos elaborados en español) el cual consta de 25 ítems de tipo Likert, divididos en cinco dimensiones: *utilidad, ansiedad, confianza, agrado y motivación*. En la construcción del instrumento se tomaron 15 enunciados de los 23 ítems de la escala Auzmendi (1992), cuatro de ellos fueron reformulados y se agregaron 27, para un total de 42 reactivos, lo que correspondió a la primera versión de la Escala de Actitudes hacia las Matemáticas. Tras realizar las revisiones y los cambios señaladas por el grupo de expertos, se obtuvo una escala constituida por 34 ítems, que se convirtió en la prueba piloto, la cual fue aplicada a un grupo de estudiantes (205) con características semejantes a la población objeto de estudio.

Los resultados de la prueba piloto brindaron una aproximación de la confiabilidad y la validez del instrumento el cual se denominó *Escala de Actitudes hacia las Matemáticas de Estudiantes Universitarios*. Dicha escala quedó constituida por 20 ítems, con el siguiente formato de respuesta: 5 puntos para *Totalmente de acuerdo (TA)*, 4 puntos para *De acuerdo (DA)*, 3 puntos para *Neutro (N)*, 2 puntos para en *Desacuerdo (D)* y 1 punto para *Totalmente en*

desacuerdo (TD). Los ítems redactados en forma negativa recibieron las mismas puntuaciones pero invertidas. A partir de este momento, a la *Escala de Actitudes hacia las Matemáticas de Estudiantes Universitarios* se le designará con el acrónimo de AMADEUS.

2.2. Procedimiento

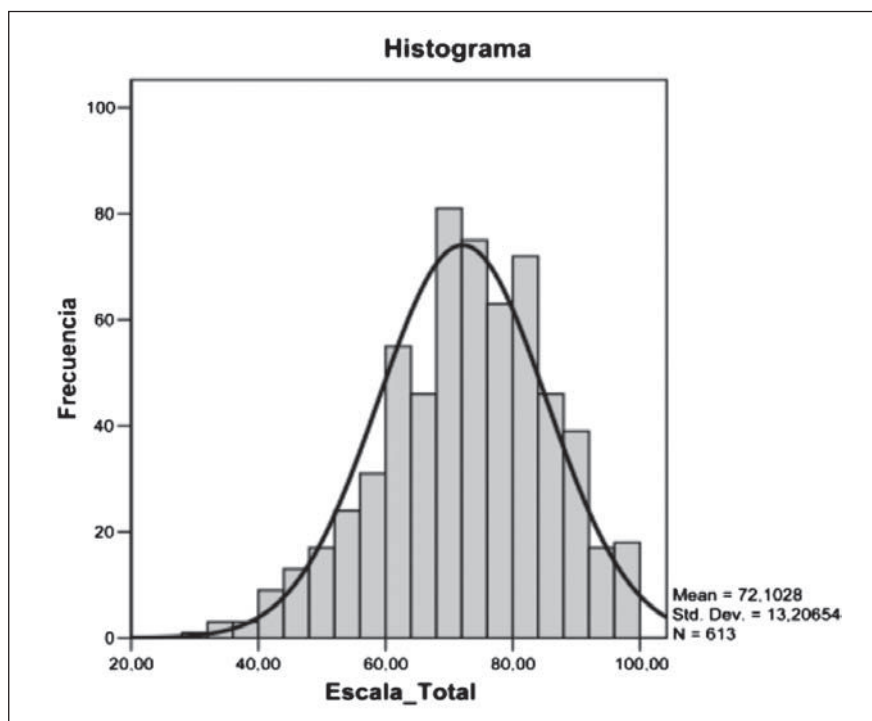
Tras elegir la muestra, se solicitó ante las autoridades universitarias la aprobación respectiva para la realización del estudio. En todas las instituciones la escala *AMADEUS* fue aplicada por la propia investigadora de manera colectiva. La participación estudiantil fue voluntaria y de forma anónima. Las instrucciones se dieron con toda claridad, tratando de motivar la participación e insistiendo en el carácter confidencial de la encuesta.

3. RESULTADOS

Una vez recogidos los datos, se sometieron a un proceso de análisis estadístico con el paquete informático SPSS, en su versión 13,0 para Windows. Los primeros resultados obtenidos correspondieron a la Media, la Desviación Típica, el número de casos utilizados en el análisis y las puntuaciones máximas y mínimas de la escala. En la Figura 1, se puede observar el histograma de frecuencias donde se advierte la puntuación total de la escala *AMADEUS*. Se distingue la ausencia de puntuaciones máximas, la más elevada fue de 96 y la mínima de 36. En relación con la puntuación media de la escala, se obtuvo un valor total de 72,10, con una desviación típica de 13,206. Así mismo, el histograma muestra la concentración de las puntuaciones alrededor de los valores centrales de la distribución.

Es importante destacar los resultados de los estadísticos descriptivos que se observan en la Tabla 3, donde aparece la Media y la Desviación Típica de cada ítem. En este sentido, se destacan bien sea con las mejores o con las peores puntuaciones medias globales los siguientes reactivos: el 7 (*Las matemáticas son muy necesarias en mis estudios*) que tiene la mayor puntuación media

FIGURA 1
HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS



(4,70), lo que indica la significación que le otorga el estudiantado de ingeniería a la asignatura. Este reactivo está seguido por el ítem 8 (*Las matemáticas son muy importantes*), con una media de 4,55 que expresa la valoración asignada por el estudiantado a las matemáticas, lo que corrobora la trascendencia que tiene esta disciplina para el alumnado de ingeniería. Por el contrario, el ítem 15 (*Las matemáticas me apasionan*) presentó la media más baja (2,96) lo que indica el poco entusiasmo e interés del estudiantado por esta materia.

En cuanto a la variabilidad, es decir, el grado de acuerdo en la valoración de los reactivos, es interesante mencionar que la dispersión más baja de la escala (0,71) correspondió precisamente con el ítem con la media más elevada

TABLA 3
ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DE CADA ÍTEM

Ítem	Media	Desv. típica
01. La matemática es muy difícil para mí	3,58	1, 12
02. La matemática me confunde	3,40	1, 20
03. Me divierte hablar con otros de matemáticas	3,01	1, 26
04. Cuando me enfrento a un problema matemático me siento incapaz de pensar con claridad	3,46	1, 19
05. La matemática es agradable y estimulante para mí	3,30	1, 10
06. Todas las personas necesitan saber matemáticas	4,52	0, 88
07. Las matemáticas son muy necesarias en mis estudios	4,70	0, 71
08. Las matemáticas son muy importantes	4, 55	0, 83
09. Las matemáticas son complicadas	3, 25	1, 23
10. Las matemáticas hacen que me sienta incomodo(a) y nervioso(a)	3, 48	1, 22
11. La matemática es una asignatura muy importante para mi futura profesión	4, 32	0, 93
12. Es fácil resolver problemas de matemáticas	3, 05	0, 95
13. Aun cuando estudio no comprendo las matemáticas	3, 75	1, 18
14. Ante un problema matemático siento interés y curiosidad por su solución	4, 04	1, 05
15. Las matemáticas me apasionan	2, 96	1, 17
16. Me gusta la precisión de los contenidos matemáticos	3, 60	1, 12
17. Siento gran afinidad con las matemáticas	3, 34	1, 04
18. Me entusiasma estudiar matemáticas	3, 44	1, 04
19. Disfruto hablar con mis compañeros sobre matemáticas	3, 01	1, 23
20. Resolver problemas matemáticos es placentero para mí	3, 35	1, 17

(ítem 7). Por tanto, resulta incuestionable que esta afirmación es la que ha generado el mayor acuerdo entre el estudiantado de ingeniería. Otros resultados interesantes son los correspondientes a los ítems 3 (*Me divierte hablar con otros de matemáticas*) con la desviación típica más elevada (1,26), el 15 (*Las matemáticas me apasionan*) y el 20 (*Resolver problemas matemáticos es placentero para mí*) cada una con una desviación de 1,17, lo que revela posiciones más diferenciadas respecto a lo señalado en la afirmación.

Aparte de las situaciones anteriores, las cuales representan posiciones extremas en los resultados obtenidos, en general, las desviaciones típicas del resto de los ítems son elevadas, indicando una considerable variabilidad en las respuestas emitidas por este grupo de estudiantes.

Una vez analizados los resultados de cada ítem se calculó el índice de consistencia interna, tanto de la escala total como el de cada uno de los componentes (véase Tabla 4). Los resultados revelan un alfa de Cronbach lo suficientemente elevado tanto para la escala total (0,90) como para cada uno de los factores. El grado de fiabilidad exigido está entre 0,8 y 0,9 (Verette, 1995).

Seguidamente, se procedió a efectuar un análisis factorial de componentes principales de carácter exploratorio (AFC) con rotación Varimax. Dicha técnica de análisis multivariable permite identificar las dimensiones o indicadores más significativos del constructo estudiado y maximizar la varianza explicada. En este caso, la solución alcanzada mostró cinco factores (utilidad, agrado, ansiedad, motivación y confianza) coincidentes con los resultados en-

TABLA 4
ALFA DE CRONBACH TOTAL Y DE CADA COMPONENTE

Componente	Ítem	Alfa de Cronbach
Agrado	19, 18, 15, 20, 3,17, 5, 14, 16	.92
Dificultad	2, 1, 4, 9, 10, 13, 12	.82
Utilidad	7, 6, 8, 11	.83
Escala total		.90

contrados por Auzmendi (1992). El primer componente es el que mejor contribuye a explicar la varianza total. El segundo componente aporta un máximo de la varianza residual restante, siendo independiente del primero. Los componentes sucesivos explican progresivamente pequeñas cantidades del total de la varianza. Sin embargo, al analizar con detenimiento este resultado se observó que tres de los cinco factores encontrados acumulaban más de la mitad de la totalidad de los ítems de la escala, el cuarto factor estaba integrado, solamente, por dos ítems y el quinto factor presentaba tres ítems mezclados entre motivación y confianza. El resultado con los cinco factores explicaba un 66,3% de la varianza, un resultado incluso superior al 60,9% logrado por Auzmendi (1992). No obstante, tratar de interpretar teóricamente la estructura factorial resultaba muy difícil y complicado.

De tal manera que, en cumplimiento del principio de parsimonia, se resolvió buscar otra estructura factorial. En esta oportunidad se decidió aplicar un análisis factorial exploratorio con tres componentes, dado que para la extracción de factores existe la regla de mantener solamente aquellos componentes con autovalores mayores a la unidad y, en este caso, solamente los tres primeros componentes eran mayores a la unidad. La solución obtenida mostró tres factores bien definidos que explicaban el 58 por ciento de la varianza, resultado que se puede observar en la Tabla 5.

Así mismo, al observar el gráfico de sedimentación el cual constituye la representación visual de este resultado (véase Figura 2) se puede distinguir el número de componentes que deben ser retenidos. En el eje de abscisas (eje horizontal) aparece el número de componentes y en el eje de ordenadas (eje vertical), los autovalores. El número de componentes que se extraen se refleja en la gráfica cuando la curva llega al punto de inflexión, que como se observa es en el componente tres. Por ello, se tomaron aquellos valores situados por encima de la zona de sedimentación, en este caso, los tres primeros componentes.

La estructura factorial lograda está constituida por tres componentes bien definidos (véase Tabla 6). El primer factor (*agrado*) está formado por un total de nueve ítems, vinculados con el interés, el disfrute, el gusto y el placer en la

TABLA 5
VARIANZA TOTAL EXPLICADA. MÉTODO DE EXTRACCIÓN:
ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción			Suma de las saturaciones al cuadrado de la rotación		
	Total	% de la varianza	% acumulado	% Total	% de la varianza	% acumulado	total	% varianza	% acumulada
1	7,53	37,65	37,65	7,53	37,65	37,65	5,24	26,22	26,22
2	2,29	11,46	49,11	2,29	11,46	49,11	3,59	17,97	44,19
3	1,78	8,90	58,02	1,78	8,90	58,02	2,76	13,82	58,02
4	.88	4,40	62,42						

realización de actividades matemáticas. Los pesos factoriales de los ítems están por encima de 0,60. El segundo factor (*dificultad*) está integrado por un total de siete ítems, relacionados con la percepción del estudiante sobre la complejidad de la actividad matemática y con pesos factoriales por encima de 0,50. El tercer factor (*utilidad*) está compuesto por cuatro ítems, ligados a la importancia práctica de las matemáticas para las personas en general y para el estudiantado de ingeniería en particular, con pesos factoriales por encima de 0,70.

FIGURA 2
GRÁFICO DE SEDIMENTACIÓN

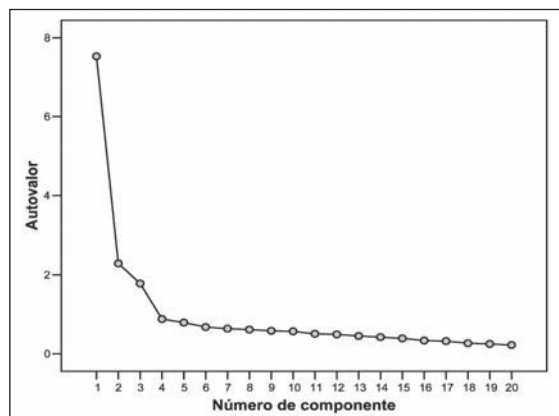


TABLA 6
MATRIZ DE COMPONENTES ROTADOS

Ítem	Componente		
	Agrado	Dificultad	Utilidad
19. Disfruto hablar con mis compañeros sobre matemáticas	.788		
18. Me entusiasma estudiar matemáticas	.778		
15. Las matemáticas me apasionan	.777		
20. Resolver problemas matemáticos es placentero para mí	.757		
03. Me divierte hablar con otros de matemáticas	.753		
17. Siento gran afinidad con las matemáticas	.744		
05. La matemática es agradable y estimulante para mí	.702		
14. Ante un problema matemático siento interés y curiosidad por su solución	.629		
16. Me gusta la precisión de los contenidos matemáticos	.628		
02. La matemática me confunde		.712	
01. La matemática es muy difícil para mí		.709	
04. Cuando me enfrento a un prob. de matemáticas me siento incapaz de pensar con claridad		.694	
09. Las matemáticas son complicadas		.668	
10. Las matemáticas hacen que me sienta incomodo(a) y nervioso(a)	.663		
13. Aun cuando estudio no comprendo las matemáticas		.659	
12. Es fácil resolver problemas de matemáticas		.504	.863
07. Las matemáticas son muy necesarias en mis estudios			.841
08. Las matemáticas son muy importantes			.745
06. Todas las personas necesitan saber matemáticas			.709
11. La matemática es una asignatura muy importante para mi futura profesión			

Esta estructura factorial con tres componentes logró explicar algo más del 58 por ciento de la varianza total. El primer factor acumula el 38 por ciento, el segundo 11 por ciento y el tercero el 9 por ciento. Aunque el porcentaje de varianza explicada con la solución de tres componentes (58) es menor a la alcanzada con la solución de cinco factores, la estructura con los tres factores permite una clara explicación teórica basada en las dimensiones de la actitud, lo que le otorga una gran estabilidad (véase Tabla 7).

TABLA 7
RESUMEN DEL MODELO. EL ALFA DE CRONBACH TOTAL
ESTÁ BASADO EN LOS AUTOVALORES TOTALES

Dimensión	Alfa de Cronbach	Varianza explicada	
		Total (Autovalores)	% de la varianza
Agrado	.910	7,398	36,988
Dificultad	.648	2,600	12,999
Utilidad	.491	1,874	9,372
Total	.964(a)	11,872	59,359

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En los resultados obtenidos se observa que las actitudes hacia las matemáticas de los estudiantes de ingeniería de las universidades autónomas venezolanas no poseen un signo negativo. Por el contrario, se manifiesta una actitud globalmente positiva. Aunque, evidentemente no se logran alcanzar los altos niveles deseables para una carrera basada en las matemáticas, como es la ingeniería. Así mismo, se advierte que un 90% del estudiantado se muestra de acuerdo con el valor fundamental que tiene esta disciplina en su formación académica, y un 85% reconoce la significación e importancia en su futura profesión. De igual manera, el 95% de los estudiantes expresan que las matemáticas son muy necesarias en sus estudios, el 89% indica que todas las personas deben saber matemáticas, y el 73% declara sentir curiosidad e interés por resolver los problemas matemáticos. Evidentemente, estos resultados son de es-

pecial repercusión en una carrera como la ingeniería, cuyo eje central lo constituye, precisamente, las matemáticas. Sin embargo, se advierte una serie de contradicciones con los resultados anteriores: un 69% de los participantes señala no sentirse entusiasmado, emocionado o apasionado por las matemáticas. El 56% admite la dificultad que tienen con esta disciplina; un 65% admite no comprenderla; el 51% manifiesta incomodidad y nerviosismo ante las actividades matemáticas, y el 54% señala sentirse incapaz de pensar con claridad ante las actividades numéricas. Tales aspectos resultan de especial relevancia por su posible incidencia negativa en el aprendizaje y la motivación hacia esta disciplina.

Al aplicar el análisis factorial exploratorio, que como se señaló con anterioridad es una técnica de análisis de datos para reducir la información de un conjunto de variables, describiendo las relaciones entre ellas a partir de un modelo más simple (García, Gil & Rodríguez, 2000), en los resultados obtenidos se observan tres componentes bien delimitados. Un primer componente, ligado a lo afectivo, al que se denominó *agrado*, constituido por variables referidas a las emociones y sentimientos mostrados ante las actividades matemáticas. Este componente de carácter subjetivo coincide con los hallazgos de varios investigadores quienes lo refieren como el elemento de más fuerza y resistencia en la personalidad de los estudiantes y el de mayor predominio en el aprendizaje de esta asignatura (Gairín, 1990; McLeod, 1992; Gómez-Chacón, 1999; Callejo, 1994; Gil, Blanco & Guerrero, 2005). El segundo componente incluye siete ítems, vinculados a la dificultad percibida por el estudiantado ante las actividades matemáticas. Esta dimensión, de gran influencia en el rendimiento, está enlazada con ideas, creencias, percepciones, opiniones e imágenes que el estudiante ha logrado acumular en toda su experiencia de vida en relación con las matemáticas. Se afirma que la dificultad propia y acumulativa de las matemáticas podría actuar como generadora del fracaso en esta asignatura. De tal manera que mientras mayor sea la dificultad percibida, mayor será el rechazo del estudiante por las tareas o actividades matemáticas y menor será su comprensión y rendimiento académicos (Hidalgo y otros, 2005). El tercer componente está formado por cuatro ítems, referidos a la utilidad y valoración

de las matemáticas. Para los estudiantes de ingeniería las matemáticas significan el encuentro con una asignatura la cual será el eje conductor de toda su carrera, así como el soporte y la herramienta de su trabajo profesional. Ser consciente de esta utilidad promueve el interés y el compromiso del estudiante con esta disciplina.

De tal manera que la utilidad subjetiva del aprendizaje de las matemáticas, tanto desde la perspectiva personal, como desde la académica y social, tendrá una relación directa con conductas de interés, esfuerzo, perseverancia y disposición en su aprendizaje. Si el estudiantado percibe que aprender matemáticas es poco beneficioso, no mostrará interés y tendrá poca disposición para centrarse en su estudio. Los resultados obtenidos en este estudio muestran la elevada valoración que hace el estudiantado por la asignatura más importante de su carrera. En resumen, estos resultados distinguen tres factores (agrado, dificultad y utilidad) que subyacen en las actitudes hacia las matemáticas de los estudiantes de ingeniería. Al mismo tiempo, se advierte la influencia preponderante que marca la afectividad en el aprendizaje de esta disciplina (McLeod, 1992; Gómez-Chacón, 2000; Callejo, 1994; Gil, Blanco & Guerrero, 2005). De tal manera que las emociones ejercerán un efecto importante en el potencial mental que se pondrá en marcha en el aprendizaje de esta asignatura, lo que revela la trascendencia de desarrollar actitudes positivas hacia las matemáticas en el aula, si se quiere mejorar el aprendizaje.

En tal sentido, la implementación de estrategias de enseñanza más activas y participativas, con un clima cooperativo, la reinterpretación de la relación docente-alumno como relación comprometida y no solamente instructiva, con interacciones fluidas, libres de amenazas, que facilite el aprendizaje de las matemáticas, serán elementos de gran valía en la formación de actitudes positivas hacia esta disciplina en las facultades de ingeniería de las universidades. Para Tausch & Tausch (1981) los cambios que estimulen la capacidad funcional, el buen concepto de sí mismo, la conducta prosocial, la participación activa en clase y los procesos cognitivos del estudiantado, redundarán positivamente en el rendimiento académico de la asignatura más importante en la carrera de ingeniería.

REFERENCIAS

- Álvarez, Y. (2000). *Un programa de Asesoría Académica dirigido a los estudiantes de Ingeniería Civil de la Universidad Lisandro Alvarado*. Trabajo de Ascenso. Universidad Lisandro Alvarado. Barquisimeto (Venezuela).
- Álvarez, Y. (2007). *Actitudes hacia las Matemáticas de los estudiantes de Ingeniería*. Tesis Doctoral no publicada. Universidad de Málaga. España.
- Álvaro, J. & Garrido, A. (2003). *Psicología Social*. Madrid: McGraw-Hill.
- Allport, G. (1961). *Pattern and Growth in personality*. New York: Holt Rinehart and Winston.
- Auzmendi, E. (1992). *Las Actitudes hacia la Matemática Estadística en las Enseñanzas Medias y Universitarias*. Bilbao: Mensajero.
- Azcárate, P. (1998). La formación inicial del profesor de matemáticas. Análisis desde la perspectiva del conocimiento práctico profesional. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 32, 129-142.
- Barón, R. & Byrne, D. (1998). *Psicología Social*. Madrid: Prentice-Hall.
- Blanco, L. & Guerrero, E. (2002). *Actitudes y Creencias en la Educación Matemática*. Barcelona: Tusquetso.
- Burgos, M. (1992). *Análisis del Rendimiento Académico en Matemáticas*. Trabajo de grado. Facultad de Ingeniería. Universidad de Carabobo. Valencia (Venezuela).
- Calderón, A. (1996). *Investigación y Didácticas de las Matemáticas*. Madrid: Narcea.
- Callejo, M. (1994). *Un club matemático para la diversidad*. Madrid: Narcea.
- Cea, M.A. (1999) *Metodología cuantitativa: estrategias y técnicas de investigación social*. Madrid: Síntesis.
- Chamoso, J. (1995). *Hacia unas nuevas matemáticas*. Salamanca: Universidad de Salamanca.
- Davis, P. & Hersh, R. (1998). *Experiencias matemáticas*. Madrid: Labor.
- Eagly, A. & Chaiken, S. (1992). *The Psychology of attitudes*. San Diego: Harcourt Brace Janovich.
- Fazio, R. (1989). On the power and functionality of attitudes: The role of attitude accessibility. In A. R. Pratkanis, S.J. Breckler, & A. G. Greenwald (Eds.) *Attitude structure and function*, 153-179.

- Fishbein, M. & Ajzen, I. (1975). *Belief, attitude, intention and behavior: An introduction to theory and research*. Reading: Addison Wesley.
- Fuenmayor, L. (2002). Historia, desarrollo y perspectivas del sector universitario venezolano. *Cuadernos OPSU*, 5, 1-36.
- Gairin, J. (1990). *Las actitudes en educación. Un estudio sobre la educación matemática*. Barcelona: Boixareau Universitaria.
- García, E.; Gil, J. & Rodríguez, G. (2000). Análisis Factorial. *Cuadernos de Estadística*, 7: 103-108. Madrid: La Muralla.
- Gil, N.; Blanco, L. & Guerrero, E. (2005). El dominio afectivo en el aprendizaje de las Matemáticas. Una revisión de sus descriptores básicos. *Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 2, 15-32.
- Gómez-Chacón, I. (1999). Procesos de aprendizaje en Matemáticas con poblaciones de fracaso escolar en contextos de exclusión social. Las influencias afectivas en el conocimiento de las matemáticas. *Premios Nacionales de Investigación e Innovación Educativa, colección Investigación*, (333-358). Madrid: Ministerio de Educación y Cultura-CIDE.
- Gómez-Chacón, I. (2000). *Matemática Emocional. Los afectos en el aprendizaje matemático*. Madrid: Narcea.
- González, F. (1997). *Procesos Cognitivos y metacognitivos que activan los estudiantes universitarios venezolanos cuando resuelven problemas matemáticos*. Tesis Doctoral No Publicada. Universidad de Carabobo. Valencia (Venezuela).
- Guzmán, M. (1991). *Para pensar mejor*. Barcelona: Labor.
- Hernández, F. & Soriano, E. (1999). *Enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en educación*. Madrid: La Muralla.
- Hidalgo, S.; Maroto, A. & Palacios, A. (2005). El perfil emocional matemático como predictor de rechazo escolar: relación con las destrezas desde una perspectiva evolutiva. *Educación Matemática*. 17, 2, 89-116.
- INCE (2003). *Evaluación del sistema educativo español*. Madrid: INCE/MEC.
- Mandler, G. (1989). *Historia y desarrollo de la Psicología de la Emoción*. Valencia (España): Promolibro.
- Manstretta, R. & Hernández, A. (2000). Motivaciones sociales en docentes de matemáticas y su relación con el rendimiento estudiantil del nivel universitario. *Encuentro Educativo*, 8, 3, 305-321.

- Martino, O. (2002). *Educación e Inteligencia Emocional*. México: Iberoamericana.
- McLeod, D. (1992). Research on affect in mathematics education: A reconceptualization. En: Grows, D. (Eds.). *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*, (46-67). New York: Mac Millan.
- Morales, P. (1999). *Actitudes*. Madrid: McGraw-Hill.
- Moreno, S. (2000). *La educación centrada en valores*. México: Manual Moderno.
- Ocanto, D. (1995). *Actitudes del docente en la III etapa de Educación Básica*. Trabajo de Ascenso. Universidad Pedagógica Experimental Libertador: Barquisimeto-Venezuela.
- Ocanto Ocede Planchart (2004). Informe Pisa. *Aprender para el mundo del mañana*. España: Santillana.
- OCEDA (2004). Informe PISA. *Aprender para el mundo del mañana*. España: Santillana.
- Planchart, E.; Garbín, S. & Gómez-Chacón, I. (2005). Enseñanza de la matemática en Venezuela. En Gómez-Chacón, I. y Planchart, E. (Eds.). *Educación Matemática y formación de profesores*. España: Universidad de Bilbao, 16-33.
- Reeve, J. (1994). *Motivación y Emoción*. Madrid: McGraw-Hill.
- Rico, L. (1997). *Bases teóricas del currículum de matemáticas en educación secundaria*. Madrid: Síntesis.
- Tausch, R. & Tausch, A. (1981). *Psicología de la Educación*. Barcelona: Herder.
- Vernette E. (1995). *Eficacia de los instrumentos de estudio: evaluación de las escalas de medida*. Investigación y Marketing, 48 49-66.
- Worchel, S.; Cooper, J.; Goethals, G. & Olson, J. (2002). *Psicología Social*. Madrid: Thompson Editores Paraninfo.
- Zaldívar, O. (1998). *Apuntes de Ingeniería de Programación*. México: Facultad de Ingeniería UNAM.