

EL PERFIL AFECTIVO/MATEMÁTICO DE ESTUDIANTES DE CIENCIAS E INGENIERÍA

The affective/mathematical profile of students of science and engineering

Boigues, F. J., Estruch, V. y Vidal, A.

Departamento de Matemática Aplicada, Universitat Politècnica de València

Resumen

En la investigación en educación matemática, el rendimiento se ha estudiado desde diferentes ópticas: cognitiva, social y emocional, entre otras. Este estudio analiza las creencias y actitudes de estudiantes de ingeniería y de ciencias a través de una metodología basada en la lógica fuzzy. Los resultados muestran, que a los de ingeniería les gustan más las matemáticas, presentan mayor autoestima matemática y creen que las matemáticas son importantes de un modo significativamente mayor que para los estudiantes de ciencias. No obstante, todos son conscientes de su responsabilidad en el aprendizaje de las matemáticas, y coinciden en valorar el papel del profesor, aunque no se considere un elemento influyente a nivel emocional.

Palabras clave: *Actitudes, creencias, fuzzy, rendimiento, matemáticas*

Abstract

In the research area of mathematics education, the performance has been studied from different perspectives: cognitive, social and emotional, among others. This study examines the beliefs and attitudes of engineering and science students through a methodology based on the fuzzy theory. The comparative results show that the engineering students like more the mathematics, they present a higher mathematical self-esteem and they believe that mathematics are more important with respect to the science students. However, all of them are aware of their responsibility in the learning of mathematics and they recognize the role of the teacher, although such role is not considered influential on the emotional level.

Keywords: *Attitudes, beliefs, fuzzy, performance, mathematics*

INTRODUCCIÓN

En años recientes, la universidad ha experimentado reformas que han llevado a una incorporación masiva de estudiantes, que algunos han denominado “democratización de la enseñanza universitaria”. En la valoración del nivel matemático de los estudiantes que acceden a primer curso de ingeniería o ciencias, una opinión generalizada entre el profesorado suele ser que los alumnos presentan un nivel bajo. ¿Qué significa esto? ¿Que no se saben conceptos? ¿Que no se saben ciertos cálculos? ¿Que se sabe hacer algo que es insuficiente? Estas valoraciones son difusas, quedan en el terreno de lo especulativo y no influyen en el diseño de programas universitarios de matemáticas. A veces con cursos propedéuticos se intenta que los estudiantes alcancen el nivel “exigible”.

Para afrontar los obstáculos que aparecen en la enseñanza/aprendizaje de las matemáticas a nivel universitario, es necesario un conocimiento detallado de la secundaria ya que un tema en este nivel puede exigir conocimientos previos que los alumnos no poseen, ni tienen por qué poseer. Por otra parte, los resultados de pruebas de nivel realizadas a los alumnos constatan que una mayoría usan técnicas algorítmicas o rutinas sin base teórica. Asocian lo matemático a lo algebraico y se sienten incómodos en la resolución de problemas no estandarizados (Boigues, 2010). En línea con Rico

(1995), los alumnos, en general, no aprenden de los errores, pues no cuestionan lo que les parece obvio y no interiorizan el significado de conceptos, reglas o símbolos matemáticos.

En el proceso de enseñanza y aprendizaje de la matemática influyen otros factores además de los cognitivos. Un factor importante es el estado afectivo del estudiante, que determinará su actitud hacia el quehacer matemático (Bhowmik y Banerjee, 2013; Blanco y otros, 2010; Ma y Kishor, 1997; Nohd, Mahmood y Ismail, 2011). Esto obliga a los investigadores a penetrar en un nivel más íntimo del alumno: el afectivo/emocional. Según Gómez-Chacón (2009), al evocar relatos de matemáticos, descubrimos que el aprendizaje de las matemáticas trasciende la imagen racional y fría, ofreciendo horizontes donde el razonamiento se sitúa en un entresijo de afectos y emociones.

La lógica fuzzy aporta una herramienta para valorar aspectos del dominio afectivo/emocional de los alumnos. Técnicas fuzzy, basadas principalmente en métricas fuzzy, aparecen en algunos trabajos como herramientas para valorar aspectos del perfil afectivo/emocional del estudiante (Bhowmik, 2013). No obstante la bibliografía científica que recurre a la lógica fuzzy para abordar aspectos emocionales del alumno es escasa, limitando, en general, las técnicas fuzzy a la evaluación del aprendizaje (Bai y Chen, 2008; Saleh y Kim, 2009).

El objetivo fundamental de este trabajo es analizar las creencias y actitudes de estudiantes de ingeniería y de ciencias que acceden a un primer curso de grado para establecer si existen diferencias entre las dos poblaciones. Los resultados permitirán un mejor diseño de las asignaturas de matemáticas de primero en función del origen de los alumnos. Para el análisis se desarrolla una metodología, basada en la lógica fuzzy, que ofrece resultados fácilmente interpretables.

MARCO TEÓRICO

El trabajo se ha centrado en establecer aspectos característicos de la dimensión afectiva/emocional del estudiante que ha accedido a un primer curso de grado. Por otra parte, se ha recurrido a la potencia de la lógica fuzzy para desarrollar una herramienta metodológica que permita valorar dimensiones tan mediatizadas por la subjetividad y la incertidumbre como son aquellas relacionadas con aspectos afectivos y emocionales.

Dimensión afectiva y emocional del estudiante frente a las matemáticas

Numerosos trabajos han abordado el perfil afectivo/emocional de los estudiantes, además de explicar las posibles consecuencias a nivel cognitivo, en lo que respecta a las matemáticas. En Blanco (2010) y Gil (2005) podemos obtener una visión precisa del estado del arte. No obstante nuestro objetivo se concreta aportar una metodología sencilla que permita una aproximación al perfil afectivo-emocional de los alumnos que acceden a primer curso de grado de ingeniería o ciencias. Aunque hay varias aproximaciones a los descriptores del perfil, destacamos los descriptores básicos propuestos en McLeod (1989b), creencias, actitudes y emociones, que aportan una descripción simple pero muy clarificadora.

Las creencias matemáticas son una de las componentes del conocimiento del individuo y se basan en la experiencia en cuanto a su enseñanza y aprendizaje. Hay creencias conscientes distintas de las creencias básicas, que son a menudo inconscientes, cuya componente afectiva es más clara (Gil et al., 2005). Se distinguen dos grandes categorías de creencias en los estudiantes de matemáticas (Bermejo, 1996): Creencias sobre las matemáticas en sí mismas y creencias en relación con las matemáticas, las cuales dependerían más de los afectos (como el autoconcepto, la confianza, etc.).

Las actitudes hacia las matemáticas se ponen de manifiesto en la forma en que los alumnos se acercan a las tareas: confianza, deseo de explorar caminos alternativos, perseverancia, interés, etc. (Gil et al., 2005; Miñano y Castejón, 2011; Sakiz, Pape y Hoy, 2012). Las actitudes dependen de las características personales del estudiante, relacionadas con su autoconcepto académico y en la motivación de logro. Distinguiremos entre actitudes hacia la matemática, que van referidas al

aprecio y al interés por la materia y su aprendizaje, donde prevalece más lo afectivo que lo cognitivo y actitudes matemáticas, que tienen un carácter principalmente cognitivo y se refieren al modo de utilizar capacidades generales, que son importantes en el quehacer matemático.

En cuanto a las emociones, su diagnóstico presenta gran dificultad, no es sencillo disponer de instrumentos adecuados para cuantificarlas por su variabilidad y es complicado establecer un marco teórico. Las emociones son respuestas afectivas fuertes que no son sólo automáticas o resultado de activaciones fisiológicas; se relacionan con el aprendizaje, la influencia social y su interpretación.

Lógica fuzzy

Zadeh (1965) definió el concepto de conjunto fuzzy. Este concepto relativiza la idea de pertenencia a un conjunto y permite modelar muchos fenómenos reales en los que no se puede establecer un criterio claro de pertenencia a un grupo o conjunto.

Dado un conjunto X , un conjunto fuzzy A de X es un conjunto de pares ordenados, $A = \{(x, \mu_A(x)) : x \in X\}$, formado por cada elemento $x \in X$ y su grado de pertenencia al conjunto A , $\mu_A(x)$. El grado de pertenencia se establece mediante una aplicación que asocia a cada elemento de X un valor entre 0 y 1.

Si $A = \{(x, \mu_A(x)) : x \in X\}$ y $B = \{(x, \mu_B(x)) : x \in X\}$ son dos conjuntos fuzzy, entonces operaciones y elementos elementales son:

La unión (conjunción disyuntiva inclusiva):

$$A \cup B = \{(x, \mu_{A \cup B}(x)) : x \in X \wedge \mu_{A \cup B}(x) = \max\{\mu_A(x), \mu_B(x)\}\}$$

La intersección (conjunción copulativa):

$$A \cap B = \{(x, \mu_{A \cap B}(x)) : x \in X \wedge \mu_{A \cap B}(x) = \min\{\mu_A(x), \mu_B(x)\}\}$$

El complementario de un conjunto A :

$$\bar{A} = \{(x, \mu_{\bar{A}}(x)) : x \in X \wedge \mu_{\bar{A}}(x) = 1 - \mu_A(x)\}$$

Dada una proposición, P , el grado de verdad de P , V_P , desde la lógica fuzzy, será un valor en el intervalo $[0,1]$. Dadas dos proposiciones P y Q , con grados de verdad V_P y V_Q , respectivamente, la proposición “ P y Q ” tendrá un grado de verdad $V_{P \cap Q} = \min(V_P, V_Q)$; la proposición “ P ó Q ” tendrá un grado de verdad $V_{P \cup Q} = \max(V_P, V_Q)$ y la proposición “no P ”, tendrá un grado de verdad $V_{\bar{P}} = 1 - V_P$.

La lógica fuzzy abre la posibilidad de reinterpretar cualitativa y cuantitativamente la respuesta a una cuestión, reformulando la pregunta como una proposición a la que se le asigna un grado de verdad según la respuesta. Este estudio parte de una conjetura previa, fruto de la experiencia y observación durante años, que se pretende validar: Los alumnos de primero de Ciencias presentan un mayor rechazo afectivo frente a las matemáticas que los alumnos de grados tecnológicos. Dar una respuesta a esta conjetura es importante para adaptar las asignaturas al perfil de los alumnos sin olvidar las competencias específicas exigibles. Por ello, uno de los objetivos de este trabajo es establecer, en caso de haberlas, las diferencias a nivel de perfil afectivo-emocional entre alumnos que acceden a un primer curso de grado de ciencias y los que acceden a estudios de ingeniería.

METODO Y CONTEXTO

Participantes

Para esta investigación se seleccionaron dos muestras: 44 alumnos de primero del grado en Sistemas de Telecomunicación, Sonido e Imagen (GSTSI) y 35 alumnos del grado en Ciencias Ambientales (GCCAA), del curso 2012-2013, en la Escuela Politécnica Superior de Gandia de la

Universitat Politècnica de València. En cada caso, se pasó un cuestionario durante una de las clases de la asignatura de matemáticas en el segundo semestre del curso.

Cuestionario

En primer lugar se fijaron las componentes actitudinales a considerar en el estudio siguiendo a Hidalgo (2005) y matizadas con las aportaciones de Alemany y Lara (2010). Cada componente se describe mediante una o varias proposiciones. A continuación se enumeran las componentes y, entrecomilladas, las proposiciones que las describen:

- Componente 1, de atribución de causalidad: “*Mis resultados en matemáticas se deben a mí mismo*”.
- Componente 2, de gusto por las matemáticas: “*Realmente me gustan las matemáticas*”.
- Componente 3, de autoconcepto matemático: “*Me considero bueno en matemáticas*”.
- Componente 4, de actitudes y creencias matemáticas:
 - 4.1 “*Mi actitud hacia las matemáticas es positiva*”.
 - 4.2 “*Las matemáticas son útiles*”.
- Componente 5, sobre las creencias que el estudiante tiene sobre el profesor:
 - 5.1 “*Que te gusten las matemáticas depende del profesor*”.
 - 5.2 “*Mi entorno considera importantes las matemáticas*”.

El cuestionario constaba de 22 ítems, y cada uno de ellos se describe mediante una proposición. Cada ítem está vinculado a una de las componentes actitudinales. Los ítems son de respuesta cerrada, estableciéndose una escala Likert para algunas respuestas. La Tabla 1 resume los ítems que corresponden a cada componente afectiva.

Tabla 1. Ítems asociados a cada componente actitudinal

| CREENCIAS/ACTITUDES | Nº DE ÍTEM |
|---|----------------------|
| C1: “ <i>Mis resultados en matemáticas se deben a mí mismo</i> ” | 1, 2 y 3 |
| C2: “ <i>Realmente me gustan las matemáticas</i> ” | 4, 5 y 6 |
| C3: “ <i>Me considero bueno en matemáticas</i> ” | 7, 8, 9, 10, 11 y 12 |
| C4.1: “ <i>Mi actitud hacia las matemáticas es positiva</i> ” | 13 y 14 |
| C4.2: “ <i>Las matemáticas son útiles</i> ” | 15 y 16 |
| C5.1: “ <i>Que te gusten las matemáticas depende del profesor</i> ” | 17, 18, 19 y 20 |
| C5.2: “ <i>Mi entorno considera importantes las matemáticas</i> ” | 21 y 22 |

Método de valoración de las componentes

Se asignó una valoración entre 0 y 1 a la respuesta de cada ítem. Se unen mediante conexiones lógicas los ítems asociados a una determinada componente y, mediante reglas de lógica fuzzy, se valora la componente actitudinal. Por ejemplo, la componente C2 asociada a la proposición “*Realmente me gustan las matemáticas*”, se valoró a partir de tres cuestiones:

- ¿*Te gustan las matemáticas?*, con las posibles respuestas 1.Sí y 2.No, reformulada mediante la proposición “*Me gustan las matemáticas*”, con el grado de verdad, V_A , con valor 0.9 si la respuesta es Sí y 0.1 si es No.
- *Si el próximo curso no tuvieras una asignatura de matemáticas:* 1. Te alegrarías, 2. Te disgustaría, 3. Te da igual. Esta cuestión se reformula mediante la proposición “*Me siento a gusto estudiando matemáticas*” con el grado de verdad, V_B , que toma el valor 0.9 si la respuesta es 1, 0.5 si la respuesta es 3 y 0.1 si se ha elegido la respuesta 2.
- *La presencia de las matemáticas te ha hecho rechazar un determinado tipo de estudio (bachillerato, universitario...)* con las opciones 1. Sí y 2. No, reformulada mediante la

proposición “*No me molesta que en mis estudios aparezcan asignaturas de matemáticas*” con el grado de verdad V_C que toma el valor 0.1 si se ha contestado Sí y 0.9 si es No.

La regla de valoración de la componente “*Realmente me gustan las matemáticas*” se obtiene a partir de la regla lógica: (“*Me gustan las matemáticas*” y (“*Me siento a gusto estudiando matemáticas*” ó “*No me molesta que en mis estudios aparezcan asignaturas de matemáticas*”)), cuyo grado de verdad sería $V = \min(V_A, \max(V_B, V_C))$. En este contexto, las respuestas de los alumnos son procesadas teniendo en cuenta reglas lógicas fuzzy, lo cual nos proporcionará valores de verdad para las proposiciones que describen las creencias/actitudes descritas en la Tabla 1.

ANÁLISIS Y RESULTADOS

Se distinguen el análisis univariante y el multivariante. En el univariante se recurre a la técnica del ANOVA simple, que es un procedimiento robusto que ofrece aproximaciones aún en el caso que las premisas del modelo no se cumplan rigurosamente; un análisis previo justifica utilizar dicha técnica. Mediante ANOVA simple se determina si hay diferencias estadísticamente significativas entre titulaciones considerando creencias y actitudes. En el análisis multivariante, se calculan los índices de correlación de Spearman para determinar el grado de asociación entre componentes.

Análisis univariante

El ANOVA permite establecer la existencia o no de diferencias estadísticamente significativas entre las medias de las valoraciones V de las distintas proposiciones al 95% de nivel de confianza (Tabla 2). Para la componente de atribución de causalidad, “*Mis resultados en matemáticas se deben a mí mismo*”, no se pueden establecer diferencias estadísticamente significativas entre las dos titulaciones. El promedio en ambos casos está cerca de 0.5, es decir que, para cada titulación, no hay un mayor número de alumnos que asuman la responsabilidad a nivel personal de sus resultados en matemáticas, pero tampoco predominan claramente los que no la asumen.

Por su parte, al analizar la componente de gusto por las matemáticas, “*Realmente me gustan las matemáticas*”, se observan diferencias estadísticamente significativas en la media para el GCCAA y el GSTSI. En el primer caso el promedio es 0.32 y en el segundo 0.75, lo que significa que el gusto por las matemáticas es bajo y significativamente menor entre los alumnos de GCCAA respecto a los de GSTSI, que asumirían como verdadera dicha proposición con un nivel alto.

Tabla 2. Tabla ANOVA

| Comp./Actit. | Titulación | Promedio | Desv.Estándar | Razón-F | P-Valor |
|--------------|--------------------|----------|---------------|---------|---------|
| C1 | GCCAA ^a | 0.44 | 0.36 | 0.37 | 0.5472 |
| | GSTSI ^a | 0.49 | 0.34 | | |
| C2 | GCCAA ^a | 0.32 | 0.33 | 36.53 | 0.0000 |
| | GSTSI ^b | 0.75 | 0.30 | | |
| C3 | GCCAA ^a | 0.16 | 0.00 | 7.00 | 0.0099 |
| | GSTSI ^b | 0.30 | 0.38 | | |
| C4.1 | GCCAA ^a | 0.10 | 0.00 | 17.65 | 0.0001 |
| | GSTSI ^b | 0.37 | 0.38 | | |
| C4.2 | GCCAA ^a | 0.74 | 0.32 | 10.72 | 0.0016 |
| | GSTSI ^b | 0.90 | 0.00 | | |
| C5.1 | GCCAA ^a | 0.89 | 0.03 | 0.93 | 0.3377 |
| | GSTSI ^a | 0.88 | 0.09 | | |
| C5.2 | GCCAA ^a | 0.77 | 0.19 | 0.31 | 0.5772 |
| | GSTSI ^a | 0.80 | 0.21 | | |

La componente de autoconcepto matemático, “*Me considero bueno en matemáticas*”, tiene un valor bajo en ambas titulaciones aunque existen diferencias estadísticamente significativas entre la media de GCCAA (0.16) y la que corresponde al GSTSI (0.30).

La componente de actitudes y creencias matemáticas se ha tratado considerando dos proposiciones. La primera, “*Mi actitud hacia las matemáticas es positiva*” que tiene una mayor componente emocional que la segunda, “*Las matemáticas son útiles*”. La valoración de la primera proposición es baja para ambas titulaciones, aunque también existen diferencias estadísticamente significativas entre el GCCAA (0.10) y el GSTSI (0.37). Para la proposición “*Las matemáticas son útiles*”, la valoración es alta en ambas titulaciones, pero también se detectan diferencias significativas entre la media correspondiente al GCCAA (0.74) y la que corresponde al GSTSI (0.90).

La componente actitudinal sobre el profesor, descrita por la proposición “*Que te gusten las matemáticas depende del profesor*”, obtiene una valoración alta para ambas titulaciones, sin que existan diferencias significativas entre las mismas.

Por último, la componente sobre el entorno, representada por la proposición “*Mi entorno considera importantes las matemáticas*”, también presenta una valoración alta para ambas titulaciones, sin que tampoco existan diferencias estadísticamente significativas entre las mismas.

Análisis multivariante

En el estudio multivariante, se han calculado los índices de correlación de Spearman para verificar el grado de asociación entre variables (Tabla 3). Valores-*P* menores de 0.05 indican correlaciones significativas desde el punto de vista estadístico, con un nivel de confianza del 95%.

Tabla 3. Por casilla: correlación rango de Spearman, tamaño de muestra y valor-p

| | C1 | C2 | C3 | C4.1 | C4.2 | C5.1 | C5.2 |
|------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| C1 | | 0.2180 (79) | -0.1208 (79) | <u>0.3120</u> (79) | 0.0167 (79) | 0.0450 (79) | 0.1846 (79) |
| C2 | 0.0542 | | 0.2860 (79) | 0.0059 (79) | 0.8826 (79) | 0.6907 (79) | 0.1030 (79) |
| C3 | -0.1208 (79) | 0.3180 (79) | | <u>0.3365</u> (79) | 0.1850 (79) | 0.1370 (79) | 0.0455 (79) |
| C4.1 | 0.2860 (79) | 0.0050 (79) | 0.0030 (79) | | 0.1022 (79) | 0.2263 (79) | 0.6875 (79) |
| C4.2 | 0.0167 (79) | 0.2788 (79) | 0.1850 (79) | 0.1510 (79) | | -0.0720 (79) | 0.2170 (79) |
| C5.1 | 0.8826 (79) | 0.0138 (79) | 0.1022 (79) | 0.1825 (79) | 0.1510 (79) | | 0.0933 (79) |
| C5.2 | 0.0450 (79) | 0.1554 (79) | 0.1370 (79) | 0.1118 (79) | -0.0720 (79) | -0.0720 (79) | -0.0001 (79) |
| | 0.6907 (79) | 0.1701 (79) | 0.2263 (79) | 0.3236 (79) | 0.5249 (79) | 0.5249 (79) | 0.9991 (79) |
| | 0.1846 (79) | 0.1826 (79) | 0.0455 (79) | 0.1900 (79) | 0.2170 (79) | -0.0001 (79) | |
| | 0.1030 (79) | 0.1068 (79) | 0.6875 (79) | 0.0933 (79) | 0.0553 (79) | 0.9991 (79) | |

Los siguientes pares de proposiciones presentan cierto nivel de asociación, estadísticamente significativo, (*P*-valor<0.05) (Tabla 3):

- “*Mis resultados en matemáticas se deben a mí mismo*” y “*Mi actitud hacia las matemáticas es positiva*” (0.3120).

- “*Realmente me gustan las matemáticas*” y “*Me considero bueno en matemáticas*” (0.3180).
- “*Realmente me gustan las matemáticas*” y “*Mi actitud hacia las matemáticas es positiva*” (0.4111)
- “*Realmente me gustan las matemáticas*” y “*Las matemáticas son útiles*” (0.2788)
- “*Me considero bueno en Matemáticas*” y “*Mi actitud hacia las matemáticas es positiva*” (0.3365)

Se situaría en el límite del nivel de confianza prefijado la relación entre *Mis resultados en matemáticas se deben a mí mismo*” y “*Realmente me gustan las matemáticas*” (0.2180, p-valor=0.0542). Por otra parte, no existe grado de asociación entre las proposiciones “*Que te gusten las matemáticas depende del profesor*” y “*Mi entorno considera importantes las matemáticas*” ni entre éstas con el resto de las proposiciones.

CONCLUSIONES

La utilización de la lógica fuzzy ha permitido describir la dimensión afectiva mediante proposiciones asociadas directamente a las preguntas del cuestionario y valorar dichas proposiciones. Consecuentemente se pueden analizar las creencias y actitudes frente a las matemáticas de manera más precisa ya que otras técnicas usuales como el análisis factorial difuminan el significado de las dimensiones.

Para las poblaciones estudiadas, en general los alumnos no tienen demasiado claro que sus resultados en matemáticas se deban principalmente a ellos mismos. Creen que el profesor influye en el gusto por las matemáticas, materia que consideran en general útil. Además, el entorno familiar o de amistades considera importantes las matemáticas.

A los alumnos del GCCAA no les gustan las matemáticas, ni se consideran buenos en dicha materia. Su actitud hacia las matemáticas no es positiva. A los alumnos del GSTSI les gustan las matemáticas aunque no se consideran buenos en la materia. Su actitud hacia las matemáticas tampoco destaca como positiva, aunque lo es más en comparación con los alumnos del GCCAA.

Los resultados obtenidos muestran, cuantitativamente mediante niveles de verdad, que a los alumnos que acceden al Grado en Ingeniería les gustan más las matemáticas, presentan mayor autoestima matemática y creen (ellos y su entorno) que las matemáticas son importantes en una medida significativamente mayor que la que se da para los alumnos de ciencias. No obstante todos los alumnos eran conscientes de la propia responsabilidad frente al aprendizaje de las matemáticas, y coinciden en la valoración de la importancia del papel del profesor en dicho aprendizaje, aunque el profesor no sea considerado como un elemento influyente a nivel emocional.

Referencias

- Alemany, I. y Lara A. I. (2010). Las actitudes hacia las matemáticas en el alumnado de ESO: Un instrumento para su medición. *Publicaciones*, 40, 49-71.
- Bai, S. M. y Chen, S. M. (2008). Automatically constructing grade membership functions of fuzzy rules for students' evaluation. *Expert Systems with Applications*, 35(3), 1408-1414.
- Bermejo, V. (1996). Enseñar a comprender las matemáticas. En J. Beltrán y C. Genovard (Eds.), *Psicología de la Instrucción*, 1, 256-279.
- Bhowmik, M. y Banerjee, B., (2013). Fuzzy measure of secondary students' attitude toward mathematics. *International Journal of Research Studies in Education*, 2(2), 21-30.
- Blanco, L. J., Caballero, A., Piedehierro, A., Guerrero, E. y Gómez, R. (2010). El dominio afectivo de la enseñanza/aprendizaje de las matemáticas. Una revisión de las investigaciones locales. *Campo Abierto*, 29(1), 13-31.

- Boigues F. J., Llinares, S. y Estruch, V. (2010). Desarrollo de un esquema de la integral definida en estudiantes de ingenierías relacionadas con las ciencias de la naturaleza: Un análisis a través de la lógica fuzzy. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 13(3), 255-282.
- Gil, N., Blanco, L. J. y 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. M. (2009). Actitudes matemáticas: propuestas para la transición del bachillerato a la universidad. *Educación Matemática*, 21(3), 5-32.
- Hidalgo, S., Maroto, A. y Palacios, A. (2005). El perfil emocional matemático como predictor de rechazo escolar: relación con las destrezas y los conocimientos desde una perspectiva evolutiva. *Educación Matemática*, 17, 89-116.
- Ma, X. y Kishor, N. (1997). Assessing the relationship between attitude mathematics and achievement in mathematics: A meta-analysis. *Journal for Research in Mathematics Education*, 28(1), 27-47.
- McLeod, D. B. (1989a). The role of affect in mathematical problem solving. En D. B. McLeod y V. M. Adams (Eds.), *Affect and mathematical problem solving: A new perspective* (pp. 20-36). Nueva York: Springer-Verlag.
- McLeod, D. B. (1989b). Beliefs, attitudes, and emotions: New view of affect in mathematics education. En D. B. McLeod y V. M. Adams (Eds.), *Affect and mathematical problem solving: A new perspective*. (pp. 245-258). Nueva York: Springer-Verlag.
- Miñano, P. y Castejón, J. L. (2011). Variables cognitivas y motivacionales en el rendimiento académico en Lengua y Matemáticas. *Revista de Psicodidáctica*, 16(2), 203-230.
- Mohd, N., Mahmood, T. y Ismail, M. (2011). Factors that influence students in mathematics achievement. *International Journal of Academic Research*, 3(3), 49-54.
- Rico, L. (1995). Errores en el aprendizaje de la matemática. En J. Kilpatrick, P. Gómez y L. Rico (Eds.), *Educación Matemática* (pp. 69-108). México DF: Grupo Editorial Iberoamérica.
- Saleh, I. y Kim, S. (2009). A fuzzy system for evaluating students' learning achievement. *Expert Systems with Applications*, 36(3 part 2), 6236-6243.
- Sakiz, G., Pape S. J. y Hoy A. W. (2012). Does perceived teacher affective support matter for middle school students in mathematics classrooms? *Journal of School Psychology*, 50, 235-255.
- Zadeh, L. A. (1965), Fuzzy sets. *Inform. Control*, 8, 338-353.