

ACTITUDES DE ESTUDIANTES DE INGENIERÍA HACIA EL USO DE LA TECNOLOGÍA EN LAS MATEMÁTICAS

Rubí López, Enrique Castro y Marta Molina

Universidad de Granada

Resumen

Este trabajo describe las tendencias de las actitudes de estudiantes de ingeniería hacia el uso de la tecnología en la enseñanza, aprendizaje y práctica de las matemáticas, mediante un análisis de opiniones descritas por los estudiantes como respuesta a una pregunta abierta de un cuestionario de actitudes. El análisis de las opiniones se realiza a través de categorías establecidas siguiendo un método de análisis de contenido, donde la unidad de registro es una palabra o idea común contenida en el comentario de los estudiantes. Los resultados procedentes de la aplicación de dicho cuestionario sirvieron de utilidad para diseñar el experimento de enseñanza nos informan para el diseño y desarrollo de un experimento de enseñanza sobre el proceso de modelización con la ayuda de un Sistema Algebraico Computacional (CAS).

Palabras clave: Actitudes / Estudiantes de ingeniería / Análisis de contenido / Uso de la tecnología en matemáticas

Abstract

In this paper, we describe engineering undergraduate students attitude trends about using technology for teaching, learning and practice of mathematics, by analyzing students' opinion expressed in an open question on a survey. The analysis was performed using a set of established categories following a content analysis methodology, where a simple word or a common idea in the students' comment in the survey represents a key term. The obtained results were useful in order to design and develop a teaching experiment about the modeling process with a CAS (Computer Algebra System).

Keywords: Attitudes / Undergraduate engineering students / Content analysis / Applied technology in mathematics

En el ámbito educativo cada vez con más frecuencia se habla de la notable influencia que ejercen las variables afectivas sobre el rendimiento académico. Estas variables constituyen una vasta categoría de sentimientos y estados de ánimo que incluyen elementos como las actitudes, las creencias y las emociones (McLeod y Adams, 1989). Una de las áreas del conocimiento dentro de la que se han analizado de forma más sistemática las actitudes es la de las Matemáticas (Gil, Blanco y Guerrero, 2005; Mato y De la Torre, 2009; Pérez-Tyteca, Castro, Segovia, Castro, y Fernández, 2007). Las actitudes han sido consideradas un elemento clave para ser tomado en cuenta en el estudio del proceso de aprendizaje (Fennema y Sherman, 1976) y han sido estudiadas en relación a una amplia variedad de aspectos. Algunos estudios muestran que una actitud positiva tiende a correlacionarse positivamente con un incremento de esfuerzo para aprender y con el logro de dicho aprendizaje (Kloosterman, 1990; Minato, 1983; Minato

& Yanase, 1984) y que la confianza es un buen predictor de éxito en matemáticas (Randhawa, Beamer y Lundberg, 1993). Otros autores, tales como Ursini y Sánchez (2008), destacan la influencia de factores sociales y culturales como condicionante de dichas correlaciones.

En el trabajo que aquí presentamos centramos nuestra atención en las actitudes de los estudiantes hacia la incorporación de la tecnología en el aula de matemáticas. Obtener información a este respecto es un paso fundamental en la comprensión de cómo el entorno de aprendizaje para las matemáticas es afectado por la introducción de ordenadores y otras tecnologías (Galbraith y Haines, 1998). El empleo de los ordenadores en tareas con un alto nivel de exigencias intelectuales puede representar una barrera para el aprendizaje, sobre todo en aquellas personas que tienen poca confianza y experiencia en el uso de la tecnología. La confianza en los ordenadores o en el uso de los mismos, puede mediar en el buen rendimiento de los estudiantes en ambientes de aprendizaje que requieren interacción con el ordenador (Cretchley, 2007).

El estudio de las actitudes de los estudiantes ante el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas con tecnología, es un tema que ha despertado el interés de diversos investigadores en Educación Matemática desde diferentes perspectivas (Cretchley, 2007; Cretchley y Harman, 2001; Fogarty, Cretchley, Ellerton y Konki, 2001; Galbraith y Haines, 1998; Gómez-Chacón y Haines, 2008; Pierce, Stacey y Barkatsas, 2007). En las últimas décadas numerosos investigadores (Hoyles y Sutherland, 1989; Balachef y Kaput, 1996; Dettori, Garuti y Lemut, 2001; Mariotti, 2005, citados por Ursini, Sánchez y Orendain, 2004) han explorado posibilidades para mejorar la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en los distintos niveles educativos mediante el uso de la tecnología. La gran mayoría de estas investigaciones reportan que al trabajar temas de matemáticas con el apoyo de la tecnología aumenta notablemente la motivación de los estudiantes hacia el aprendizaje de las matemáticas, registrándose además un cambio positivo en las actitudes hacia esta materia (Ursini, Sánchez y Orendain, 2004).

Partiendo de estas consideraciones y reconociendo la influencia de las actitudes de los estudiantes en el empleo de la tecnología en la actividad matemática y en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, presentamos aquí parte de un trabajo en el que hemos elaborado y aplicado un cuestionario dirigido a medir dichas actitudes y lo hemos aplicado a un grupo de estudiantes de ingeniería. Los resultados procedentes de la aplicación de dicho cuestionario nos serán de utilidad para diseñar experiencias docentes que hagan uso de la tecnología en la enseñanza de las matemáticas en la formación de ingenieros, en particular para el diseño y desarrollo de un experimento de enseñanza que busca indagar en el uso del proceso de modelización con un CAS (Computer Algebra System), como metodología de enseñanza.

Estudio empírico

Con el propósito de medir las actitudes de estudiantes de ingeniería hacia la actividad matemática y el aprendizaje de las matemáticas utilizando tecnología, elaboramos un cuestionario que consta de tres partes. Describimos aquí dos de ellas que son las que analizamos en esta comunicación. La otra parte consiste en un listado de Sistemas Algebraicos Computacionales (CAS) donde se les pregunta a los estudiantes si conocen dichos software y si han trabajado con alguno de ellos en clase de matemáticas o de manera particular.

La primera parte es un test de 35 ítems procedentes de escalas previamente validadas en otras investigaciones¹. Dichos ítems refieren a tres temas:

- la interacción de los estudiantes con el ordenador para hacer y aprender matemáticas (ej., El ítem 1 es “*Las computadoras me ayudan a aprender mejor las Matemáticas proporcionándome al instante muchos ejemplos de manera interactiva*”),
- la experiencia de los estudiantes en el uso de la tecnología en el aprendizaje o en la actividad matemática (ej., El ítem 28 es “*En términos generales, vale la pena aprender a utilizar el software para hacer Matemáticas*”) y
- el gusto por la integración de la tecnología en el aprendizaje y la actividad matemática (ej., El ítem 9 es “*Me gusta usar computadoras para Matemáticas*”).

Para cada uno de los ítems, los estudiantes debían indicar su grado de acuerdo o desacuerdo por medio de una escala de Likert de 5 valores. La validación de esta parte del cuestionario, por medio de diversas técnicas estadísticas se describe en López, Castro y Molina. (2010).

La otra parte del cuestionario era un apartado para comentarios, a modo de pregunta abierta, donde los estudiantes podían indicar sus opiniones con respecto a la encuesta o su perspectiva general de la práctica, enseñanza y aprendizaje de las matemáticas utilizando tecnología.

Aplicación del cuestionario

Este cuestionario fue aplicado a 253 estudiantes de un primer curso de ingeniería, de diferentes titulaciones del Campus de Ingeniería y Ciencias Exactas de la Universidad Autónoma de Yucatán en México (ver Tabla 1). La administración del cuestionario la realizó el propio investigador a cada grupo de estudiantes en su aula habitual, durante una sesión de clase. Antes de entregar el cuestionario, el evaluador proporcionó las instrucciones del llenado y describió la finalidad de la aplicación del mismo. No se limitó el tiempo de respuesta, sin embargo, todos los estudiantes dedicaron menos de 20 minutos a completar el cuestionario.

FACULTAD	GRUPOS	ESPECIALIDAD	GÉNERO		ALUMNOS
			M	F	
Ingeniería	5	Ingeniería Civil	65	11	76
		Ingeniería Física	15	5	20
		Ingeniería Mecatrónica	39	4	43
Matemáticas	3	Ingeniería en Computación	17	3	20
		Ingeniería de Software	32	1	33
Ingeniería Química	2	Ingeniería Química Industrial	26	11	38
		Ingeniería Industrial Logística	17	6	23

Tabla 1. Distribución de la muestra

Las instrucciones emitidas por el investigador con respecto al apartado de “Comentarios” fueron las siguientes:

“En este apartado, pueden describir de manera general sus opiniones con respecto, por un lado, al uso de la tecnología en el proceso de la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas y por otro, emitir si así lo desean sus opiniones con respecto a la aplicación de la encuesta”

¹ Ver una descripción más completa y la justificación de su construcción en López, Castro, Molina y Moreno, 2010.

Entre los 253 alumnos encuestados, 143 describieron algún tipo de opinión como respuesta al apartado de “Comentarios”.

Análisis y resultados

Las respuestas de los alumnos universitarios de la muestra a la pregunta abierta están dadas en formato de texto narrativo en el que exponen sus opiniones sobre el uso de la tecnología en la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas. Para identificar la variedad de opiniones que los estudiantes tienen al respecto, hemos aplicado la técnica del análisis de contenido.

En primera instancia, procedimos a leer las 143 opiniones descritas por los estudiantes, con el propósito de identificar grupos de respuestas, identificando tres tipos de comentarios:

1. Opiniones de los alumnos con respecto al uso de la tecnología en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.
2. Opiniones de los alumnos con respecto a la lista de software propuesta en el segundo apartado.
3. Opiniones de los alumnos sin significancia para nuestro estudio.

Consideramos que las respuestas correspondientes al primer grupo son las que tienen significancia para el establecimiento de nuestras categorías. En función de lo anterior, obtuvimos 96 comentarios significativos para proceder al establecimiento de las categorías que inciden en la valoración de las actitudes de los alumnos hacia el uso de la tecnología en la enseñanza, aprendizaje y práctica de las matemáticas.

Niveles de análisis

En un primer nivel de análisis decidimos utilizar la técnica de análisis de contenido de las opiniones emitidas por los alumnos en respuesta a la sección de comentarios, estableciendo las unidades de análisis. Siguiendo a Krippendorff (1997) se distinguen tres tipos de unidades de análisis: unidades de muestreo, unidades de contexto y unidades de registro.

Las unidades de muestreo son aquellas porciones del universo observado que serán analizadas. En nuestro caso, se analizarán las opiniones emitidas por los alumnos inscritos a un primer curso de ingeniería en el cuestionario de actitudes.

La unidad de contexto es la porción de la unidad de muestreo que tiene que ser examinada para poder caracterizar una unidad de registro. En nuestro caso la unidad de contexto es el tercer apartado del cuestionario, es decir, la sección de opiniones descritas por los estudiantes como respuesta a la pregunta abierta.

La unidad de registro puede considerarse como la parte de la unidad de muestreo que es posible analizar de forma aislada. Hostil (1969, p. 116) define una unidad de registro “como el segmento específico de contenido que se caracteriza al situarlo en una categoría dada”. Para otros autores las unidades de registro en un texto pueden ser palabras, temas (frases, conjunto de palabras), caracteres (personas o personajes), párrafos, conceptos (ideas o conjunto de ideas), símbolos semánticos (metáforas, figuras literarias), etc. La palabra común encontrada en cada uno de los comentarios, o bien, la idea involucrada, la identificamos como la unidad de registro. Para nuestro estudio esta unidad de registro la nombramos como “término clave”.

Procedimos entonces a leer de nuevo, analizar con mayor detalle y codificar cada uno de los comentarios significativos descritos por los estudiantes en el cuestionario. La

codificación consiste en una transformación mediante reglas precisas de los datos brutos del texto. Esta transformación o descomposición del texto permite su representación en índices numéricos o alfabéticos. Como dice Hostil (1969) la codificación es el proceso por el que los datos brutos se transforman sistemáticamente en unidades que permiten una descripción precisa de las características de su contenido. Siguiendo a Bardin (1996), en la enumeración y reglas de recuento se encuentran: la presencia y la frecuencia. La presencia o ausencia de los elementos de un texto puede ser importante. La frecuencia es la medida generalmente más utilizada, válida en unos casos y en otros no. La importancia de una unidad de registro crece con su frecuencia de aparición.

Nuestra unidad de registro que definimos como “término clave” tuvo una variación de quince elementos y en la Tabla 2 se muestran dichos elementos con su frecuencia de aparición. Cabe señalar que hubo opiniones codificadas hasta con dos términos clave.

Nº	Término clave	Frecuencia
1	Bondades	38
2	Condición	30
3	Justificación	21
4	Interés	20
5	Ayuda	14
6	Importancia	7
7	Gustaría	6
8	Dificultades	4
9	Método tradicional	4
11	No uso	3
10	Poco uso	3
13	Agrado	1
14	Estaría bien	1
12	Gusto	1
15	No necesidad	1

Tabla 2. Términos clave

Para ejemplificar la asignación de términos clave, situamos en la Tabla 3 algunas de las opiniones descritas por los estudiantes en su cuestionario como respuesta al apartado de comentarios.

Comentario	Términos clave
<i>“El uso de la computadoras es muy importante para mejorar el aprendizaje de las matemáticas”</i>	Importancia
<i>“Considero útil el uso de tecnología en la enseñanza de las matemáticas, facilita el trabajo del profesor y del alumno”</i>	Bondades / Justificación
<i>“Las computadoras y software ayudan en el uso de las matemáticas pero hacen que no entiendas lo que haces y para qué sirve”</i>	Ayuda / Condición
<i>“Es interesante e importante la aplicación de software en matemáticas”</i>	Interés / Importancia

Tabla 3. Ejemplos de comentarios y sus términos clave asignados

Por ejemplo, en el comentario que le asignamos los términos clave “bondades” y “justificación”, el alumno está expresando la idea de bondad del uso de la tecnología al describir que es “útil” y al mismo tiempo la está justificando al comentar que “*facilita el*

trabajo del profesor y del alumno”. En el comentario donde le asignamos como términos clave “ayuda” y “condición”, el alumno utiliza la palabra común “ayudan” y está condicionando la ayuda que proporciona el uso de la tecnología en las matemáticas al agregar en su opinión la condición “*pero hacen que no entiendas lo que haces y para qué sirve*”

En un segundo nivel de análisis, se establecieron las categorías en función de los términos clave asignados a cada uno de los comentarios, obteniendo categorías mutuamente excluyentes, es decir, que un mismo comentario solamente se codificó dentro de una categoría.

Las opiniones codificadas con los términos clave “importancia”, “bondades” y “ayuda” se situaron en primer lugar dentro de la categoría de “Utilidad”, identificando los comentarios que además incluían por un lado el término clave “condición” y por el otro el término clave “justificación”, definiendo entonces tres tipos de categorías relacionadas con la consideración de la utilidad de la tecnología para hacer y aprender matemáticas (Figura 1).

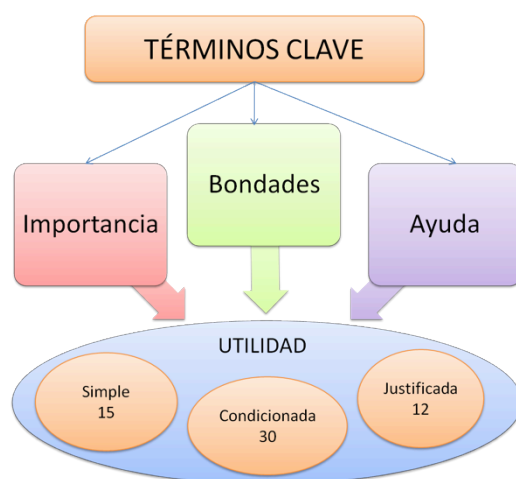


Figura 1. Categorías de utilidad

Simple. Cuando las opiniones expresadas no condicionan o justifican la utilidad de la tecnología en las matemáticas, como por ejemplo: “*Me parece muy bueno el uso de software en Matemáticas*”. Este tipo de opiniones las situamos en la categoría simple llamada “utilidad”

Condicionada. Cuando el alumno expresa que la tecnología es importante, útil o ayuda a su aprendizaje de las matemáticas, pero estableciendo una condición para dicha consideración, como por ejemplo: “*El uso de las computadoras es una buena herramienta para el entendimiento de las matemáticas, sin embargo no debe caer en el rango de "necesario" para este fin pues en vez de ayudar empeoraría o perjudicaría al alumno*”. Esta categoría la nombramos “utilidad condicionada”

Justificada. Cuando el alumno comenta las bondades, importancia o ayuda de la tecnología en su aprendizaje de las matemáticas, pero justificando dicha utilidad, como por ejemplo: “*Creo que es importante el uso de la tecnología en las matemáticas, ya que las hace un poco más interesante y evita los errores. Aparte de que los software pueden mostrarnos las gráficas exactas*”. Esta categorización la titulamos “utilidad justificada”.

La Figura 2 muestra el esquema de las categorías involucradas con la percepción de los alumnos de que la tecnología es de utilidad para su aprendizaje de las matemáticas, con la frecuencia de la unidad de registro, en nuestro caso, los términos clave.

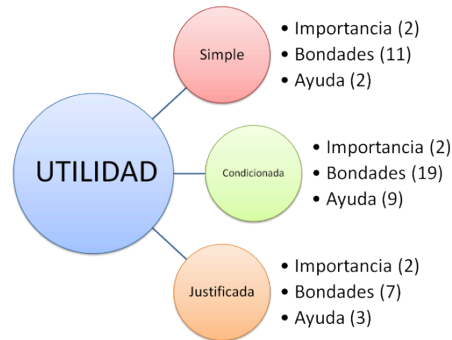


Figura 2. Frecuencia de las categorías de utilidad

Los comentarios codificados con los términos clave “gusto” y “agrado” se categorizaron dentro de la categoría de “Gusto”. Asimismo, todas las opiniones que incluyeron los términos clave “interés”, “gustaría” y “estaría bien”, independientemente de algún otro término clave codificado se establecieron dentro de la categoría de “Motivación”. En esta categoría incluimos la excepción de la opinión: *“Es interesante e importante la aplicación de software en matemáticas”* que podría no considerarse dentro de una categoría mutuamente excluyente al incluir al mismo tiempo las palabras “interesante” e “importante”; sin embargo, en función de la primera idea lo situamos dentro de la categoría de “Motivación”.

Por otro lado, las opiniones codificadas con los términos clave: “dificultades”, por ejemplo: *“No le veo mucho sentido a aprender matemáticas con computadoras, si de por sí te revuelves manualmente peor tecleando fórmulas”*; “no necesidad”, como por ejemplo: *“Creo que el uso de la computadora en las matemáticas no es necesario porque no importa si tenemos el resultado sino el procedimiento ya que no siempre se tendrá una computadora a mano”* y “método tradicional”, como por ejemplo: *“Realizar los cálculos en lápiz hace que se te quede tu aprendizaje porque lo estás practicando, en cambio realizarlo por computadora no sé que tanto me puede ayudar a retener la información”* se categorizaron como “rechazo justificado”. En este caso no son palabras comunes las que involucra el comentario para la correcta codificación, sino más bien la idea general que encierra la opinión del estudiante.

Por último, los comentarios tales como: *“Casi no usamos programas para realizar trabajos de matemáticas”* y *“Nunca he usado software para el aprendizaje de las matemáticas”* que incluyen la idea de “poco uso” o “no uso” de la tecnología en las matemáticas los situamos en la categoría que nombramos como “desconocimiento”.

Si analizamos el establecimiento de las primeras seis categorías definidas: utilidad, gusto, motivación, utilidad condicionada, utilidad justificada y rechazo justificado en función de los tipos de opiniones situadas en cada caso, consideramos que todas estas opiniones con significancia para nuestro estudio expresaron sentimientos de afecto de los estudiantes hacia el uso de la tecnología en las matemáticas, por lo tanto las agrupamos como “categorías afectivas”. La séptima y última categoría la agrupamos dentro del contexto de “otras categorías”.

Un tercer nivel de análisis fue el establecimiento de núcleos, debido a que si consideramos las seis categorías afectivas podríamos situarlas en dos tipos de núcleo,

por un lado, las categorías afectivas sin argumentación como lo son: utilidad, gusto y motivación y por otro lado, las categorías afectivas con argumentación, tales como: utilidad condicionada, utilidad justificada y rechazo justificado, cuando el alumno emite una respuesta a favor del uso de la tecnología en las matemáticas, pero de manera condicionada o justificando su acuerdo. De manera independiente surge el núcleo del grupo de “otras” para el último tipo de categoría: desconocimiento.

La Tabla 4 muestra las categorías establecidas, su descripción y su frecuencia.

Categoría	Descripción	Frecuencia
AFECTIVAS SIN ARGUMENTACIÓN		
Utilidad	Importancia del uso de la tecnología en la realización de actividades para hacer o aprender matemáticas	15
Gusto	Disfrute del alumno en el uso la tecnología en hacer o aprender de las matemáticas	2
Motivación	Interés de los estudiantes y deseo por utilizar la tecnología en hacer o aprender matemáticas	22
AFECTIVAS CON ARGUMENTACIÓN		
Utilidad Condicionada	Importancia del uso de la tecnología poniendo de manifiesto la condición bajo todas las circunstancias	30
Utilidad Justificada	Importancia del uso de la tecnología argumentando el porqué de su utilidad	12
Rechazo Justificado	El rechazo, resistencia o la no aceptación justificada del uso de la tecnología	9
OTRAS		
Desconocimiento	Falta de conocimiento de las bondades de la tecnología para hacer o aprender matemáticas	6

Tabla 4. Descripción y frecuencia de categorías

Conclusiones

Nuestro principal propósito en este trabajo consistió en analizar las tendencias de las actitudes de estudiantes de ingeniería hacia el uso de la tecnología en las matemáticas. Consideramos que el establecimiento de las siete categorías mediante la metodología de análisis de contenido para la determinación de las tendencias de las actitudes de los estudiantes de ingeniería del Campus de Ingeniería y Ciencias Exactas de la Universidad Autónoma de Yucatán podría servir de referencia base para futuras clasificaciones con respecto al tema de actitudes de alumnos hacia el uso de la tecnología en las aulas de clase.

Pierce, Stacey y Barkatsas (2007) mencionan que administrar este tipo de instrumentos a los estudiantes permite determinar las variables que contribuyen y las que no a la evaluación de la efectividad del aprendizaje de las matemáticas con tecnología. En nuestro caso, podemos concluir que un 84% de las opiniones con significancia para nuestro estudio expresó sentimientos de afecto que podemos considerar con una tendencia hacia una actitud positiva con respecto al uso de la tecnología en la enseñanza, aprendizaje y práctica de las matemáticas. Es decir, en función de las siete

categorías establecidas, podemos concluir que cinco de ellas reflejan una actitud en sentido positivo hacia el uso de dicho recurso material para hacer y aprender matemáticas, como puede verse en la Figura 3.



Figura 3. Categorías afectivas con tendencia positiva

También es posible concluir que gran parte de dichas opiniones se inclinó hacia la consideración de la utilidad de la tecnología en el aprendizaje de las matemáticas, aunque en algunos casos se expresaba un condicionamiento.

La literatura presenta amplia evidencia de correlaciones positivas entre actitudes y rendimiento académico y que los educadores inevitablemente buscan oportunidades para aprovechar esas correlaciones en buen sentido para mejorar ambas características (Cretchley y Harman, 2001). Llama la atención que el segundo mayor porcentaje de las opiniones de los alumnos de ingeniería tuvo una tendencia de interés hacia el uso de la tecnología en beneficio de mejora de su aprendizaje de las matemáticas. Entre los menores porcentajes se encuentran las opiniones de rechazo hacia el uso de la tecnología como herramienta de enseñanza y aprendizaje en las matemáticas.

Por último, consideramos que la buena actitud que muestran los alumnos de ingeniería redundará en beneficio de la implementación de clases que involucren la tecnología como recurso material.

Referencias

- Bardin, L. (1996). *Análisis de contenido*. Madrid: Akal Ediciones.
- Cretchley, P. (2007). Does computer confidence relate to levels of achievement in ICT-Enriched learning models? *Education and Information Technologies*, 12(1), 29-39.
- Cretchley, P. y Harman, C. (2001). Balancing the scales of confidence: Computers in early undergraduate mathematics learning. *USQ ePrints, Quaestiones Mathematicae*, 17-25. Descargado el 10 de Julio de 2009 de http://eprints.usq.edu.au/1770/1/Delta'01_Cretchley%26Harman_Pre-print.pdf
- Fennema, E., y Sherman, J. A. (1976). Fennema-Sherman mathematics attitude scales. Instruments designed to measure attitudes towards the learning of mathematics by females and males.
- Fogarty, G., Cretchley, P., Harman, C., Ellerton, N., y Konki, N. (2001). Validation of a questionnaire to measure mathematics confidence, computer confidence, and attitudes to the use of technology for learning mathematics. *Attitudes to Technology in Mathematics Learning Questionnaire*. Descargado el 20 de Mayo de 2009 de http://eprints.usq.edu.au/953/1/Fogarty_Fogarty-Cretchley-Harman-Ellerton-Konki_Valid._of_questionnaire_maths.pdf

- Galbraith, P. y Haines, C. (1998). Disentangling the nexus: Attitudes to mathematics and technology in a computer learning environment. *Educational Studies in Mathematics*, 36(3), 275-290.
- Gil, N., Blanco, 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. y Haines, C. (2008). Students' attitudes to mathematics and technology. Comparative study between the United Kingdom and Spain. Presentado en ICME-11, 11th International Congress on Mathematical Education. Monterrey: México. Descargado el 7 de Julio de 2009 de <http://tsg.icme11.org/document/get/924>.
- Hostil O.R. (1969). *Content analysis for the social sciences and humanities*. Addison Wesley.
- Kloosterman, P. (1990). Attributions, performance following failure, and motivation in mathematics. En E. Fennema y G. C. Leder (Eds.), *Mathematics and gender* (pp. 96-127). New York: Teachers College Press.
- Krippendorff, K. (1997). *Metodología de análisis de contenido. Teoría y Práctica*. Barcelona: Paidós Ibérica
- López, R., Castro, E., Molina, M. y Moreno, L. (2010). Elaboración y validación de un cuestionario de actitudes hacia el uso de la tecnología para el aprendizaje de las matemáticas. *Primer Encuentro Internacional TIC en Educación* (pp. 243-248). Lisboa, Portugal.
- Mato, M. D. y De la Torre E. (2009). Evaluación de las actitudes hacia las matemáticas y el rendimiento académico. En M.J. González, M.T. González y J. Murillo (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XIII* (pp. 285-300). Santander: SEIEM.
- McLeod, D. y Adams, V. (Eds) (1989). *Affect and mathematical problem solving: A new perspective*. New York: Springer Verlag.
- Minato, S. (1983). Some mathematical attitudinal data on eighth grade students in Japan measured by a semantic differential. *Educational Studies in Mathematics*, 14(1), 19-38.
- Minato, S., y Yanase, S. (1984). On the relationship between students' attitudes towards school mathematics and their levels of intelligence. *Educational Studies in Mathematics*, 15(3), 313-320.
- Pérez-Tyteca, P., Castro, E., Segovia, I., Castro, E. y Fernández, F. (2007). Ansiedad matemática de los alumnos que ingresan en la Universidad de Granada. En M. Camacho, P. Flores y P. Bolea (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XI* (pp. 171-180). Tenerife: SEIEM.
- Pierce, R., Stacey, K. y Barkatsas, A. (2007). A scale for monitoring students' attitudes to learning mathematics with technology. *Computers & Education*, 48(2), 285-300.
- Randhawa, B. S., Beamer, J. E., y Lundberg, I. (1993). Role of the mathematics self-efficacy in the structural model of mathematics achievement. *Journal of Educational Psychology*, 85, 41-48.
- Ursini, S., Sánchez, G. y Orendain, M. (2004). Validación y confiabilidad de una escala de actitudes hacia las matemáticas y hacia las matemáticas enseñadas con computadora. *Educación Matemática*, 16(3), 59-78.
- Ursini, S. y Sánchez, G. (2008). Gender, technology and attitude towards mathematics: A comparative longitudinal study with Mexican students. *ZDM Mathematics Education*, 40, 559-577.