
LA GEOMETRÍA A TRAVÉS DE PROGRAMAS COMPUTACIONALES

EL APRENDIZAJE DE LA GEOMETRÍA A TRAVÉS DE PROGRAMAS COMPUTACIONALES

AUTORES:

Kirenia Maldonado Zúñiga¹
Raquel Vera Velázquez²
Alfredo González Vásquez³
Pedro Valdez Tamayo⁴
Washington Narvaez Campana⁵

DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA: vera-raquel@unesum.edu.ec

Fecha de recepción: 12-10-2018

Fecha de aceptación: 02-11-2018

RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo describir la construcción y validación de un cuestionario para medir la motivación de los estudiantes con respecto al empleo de programas computacionales como GeoGebra para la enseñanza de la geometría. Se realizó un análisis componencial a partir de su aplicación a 185 estudiantes de segundo semestre de Ingeniería Agropecuaria y Tecnologías de la Información de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, teniendo en cuenta cuatro factores que se consideran importantes: utilidad del programa computacional GeoGebra en la enseñanza de la geometría, no utilidad del programa computacional GeoGebra, motivación de los estudiantes por el aprendizaje de la geometría con la utilización del programa computacional GeoGebra y confiabilidad de los estudiantes en el programa computacional Geogebra. Se realizó un análisis factorial exploratorio con el propósito de detectar factores comunes para formar categorías apropiadas que pudieran precisar de manera general los diferentes aspectos de las motivaciones de los estudiantes que se pretende medir. La solución factorial inicial se llevó a cabo mediante el método de componentes principales y se obtuvieron ocho factores con auto-valor mayor que uno que explicaron el 60.51% de la varianza total. Se determinó el grado de homogeneidad que existe entre los elementos de la escala en conjunto, calculando el Coeficiente Alfa de Cronbach para el total de los ítems, el cual se basó en elementos estandarizados, por lo que se considera que la escala tiene una buena consistencia interna permitiendo identificar que los cuatro factores del modelo, son relevantes.

PALABRAS CLAVE: análisis, figuras, geométricos, gráficos, matemáticas

THE LEARNING OF GEOMETRY THROUGH COMPUTATIONAL PROGRAMS

ABSTRACT

¹ Master en Ciencias de la Educación. Universidad de Ciencias Pedagógicas, Holguín Cuba. kirenia.maldonado@unesum.edu.ec

² Máster en Ciencias de la Educación. Universidad de Ciencias Pedagógicas, Las Tunas Cuba. raquelita2015vera@gmail.com

³ Doctor en Medicina Veterinaria. Universidad Estatal de Guayaquil- Ecuador. agonzalezunesum@hotmail.com

⁴ Doctor en Ciencias Pedagógicas por la Universidad de Oriente, pedrovaldestamayo@gmail.com

⁵ Washington Narvaez Campana. Ing. Agrónomo. Carrera Ingeniería Agropecuaria, Universidad E4statal del Sur de Manabí. Ecuador: washingtonnarvaez61@hotmail.com

The objective of this work is to describe the construction and validation of a questionnaire to measure the motivation of students with respect to the use of GeoGebra computer programs for the teaching of geometry. A componential analysis was made from its application to 185 students of second semester of Agricultural Engineering and Information Technologies of the Southern State University of Manabí, taking into account four factors that are considered important: utility of the Geogebra computer program in the teaching of geometry, not usefulness of the computer program GeoGebra, motivation of students for the learning of geometry with the use of the computer program GeoGebra and reliability of students in the computer program GeoGebra. An exploratory factorial analysis was carried out with the purpose of detecting common factors to form appropriate categories that could specify in a general way the different aspects of the motivations of the students that it is intended to measure. The initial factorial solution was carried out by means of the principal components method and eight factors with self-value greater than one were obtained that explained 60.51% of the total variance. The degree of homogeneity that exists between the elements of the scale as a whole was determined, calculating the Cronbach's Alpha Coefficient for the total of the items, which was based on standardized elements, which is why the scale is considered to have a good consistency internal allowing to identify that the four factors of the model are relevant.

KEYWORDS: geometric, analysis, figures, graphics, mathematics

INTRODUCCIÓN

La medición y evaluación de la motivación de los estudiantes hacia una disciplina, contenido específico, metodología o cualquier herramienta didáctica, es un tema de interés tanto para la investigación científica como para la práctica educativa, por su influencia en el proceso enseñanza-aprendizaje así como por el efecto de la educación sobre las mismas. Una de las áreas del conocimiento dentro de la que se han analizado de forma más sistemática es la de la motivación hacia el estudio de las Matemáticas (Gil, Blanco y Guerrero, 2005). No obstante, sigue siendo un desafío el detectar la influencia y motivación por el aprendizaje de las matemáticas, la geometría en específico. Este desafío se incrementa cuando se añaden factores adicionales, como utilizar la tecnología en las aulas (Cretchley y Harman, 2001).

El estudio y motivación de los estudiantes ante el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas es un tema de interés por 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).

Algunas de esas 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 y se registran cambios positivos en la motivación hacia esta materia (Ursini, Sánchez y Orendain, 2004).

El objetivo de este trabajo es el diseño y validación de un cuestionario para medir la motivación de los estudiantes con respecto al empleo de programas computacionales como la GeoGebra en el proceso de enseñanza aprendizaje de la geometría. El interés en este tema surge de reconocer la influencia del referido programa en la enseñanza y aprendizaje de la geometría plana y del espacio para el estudio de las áreas y volumen de cuerpos geométricos. Los resultados que se obtengan al aplicar el cuestionario servirán como información preliminar en el diseño de experiencias docentes que hagan uso de este software en la enseñanza de las matemáticas.

DESARROLLO

METODOLOGÍA

La población objeto de estudio se constituyó por los estudiantes de Ingeniería Agropecuaria y Tecnologías de La Información de la Universidad Estatal del Sur de Manabí. Para la muestra se seleccionaron 96 estudiantes de Ingeniería Agropecuaria y 89 de Tecnologías de la Información como se muestra en la tabla I.

Tabla 1. DISTRIBUCIÓN DE LA MUESTRA

Carrera	Grupos	Especialidad	Género	Total de
---------	--------	--------------	--------	----------

LA GEOMETRÍA A TRAVÉZ DE PROGRAMAS COMPUTACIONALES

			Femenino	Masculino	Alumnos
Agropecuaria	II-A, II-B y II-C	Ingeniería	49	47	96
Tecnologías de la Información	II-A,II-B,II-C	Ingeniería	46	43	89

INSTRUMENTOS

Se elaboró un cuestionario para evaluar cuatro aspectos diferentes, sobre la motivación de los estudiantes hacia el uso de la computadora en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la Geometría que se consideraron importantes: utilidad del programa computacional GeoGebra en la enseñanza de la geometría, no utilidad del programa computacional GeoGebra, motivación de los estudiantes por el aprendizaje de la geometría con la utilización del programa computacional GeoGebra y creencias de los estudiantes en la utilización del programa computacional GeoGebra para el aprendizaje de la geometría.

El cuestionario consta de 26 ítems y para su construcción se analizaron escalas previamente validadas en diferentes investigaciones, se encontró que los aspectos que se pretenden evaluar se cubren con los ítems que pertenecen a las sub escalas correspondientes a: interacción de los estudiantes con el ordenador, experiencia del uso de la computadora en el aprendizaje de la geometría y motivación por la integración con el ordenador con la utilización del programa computacional. Los estudiantes debían indicar su grado de acuerdo o desacuerdo con las afirmaciones propuestas.

Análisis estadísticos

Para el análisis estadístico se utilizaron métodos y técnicas de investigación, se calcularon los Coeficientes Alfa de Cronbach para cada componente asociado a cada factor.

ANÁLISIS Y RESULTADOS

Para medir el número de estudiantes que consideran la utilidad del programa computacional GeoGebra en la enseñanza de la geometría se consideraron 8 Ítems como se muestra en la tabla 2.

TABLA 2. Interacción de los estudiantes con el ordenador.

Nro	Indicadores (Ítems)
1	Me gusta usar computadoras para las Matemáticas
2	Rara vez utilizo la computadora para las Matemáticas
3	El seguimiento de las acciones tecladas pone mi atención fuera de las Matemáticas
4	Las computadoras me ayudan a aprender mejor las Matemáticas proporcionándome ejemplos de manera interactiva
5	Me resulta difícil comprender la transferencia de ideas de la pantalla de una computadora a mi mente
6	Cuando leo la pantalla de una computadora tengo la tendencia a pasar por alto los detalles de las ideas matemáticas

7	Considero que el material dinámico en la pantalla de la computadora es útil para aprender mejor los conocimientos y propiedades de las figuras y cuerpos geométricos
8	Las computadoras me ayudan a vincular el conocimiento , por ejemplo la forma de los gráficos y figuras

Para medir el grado de motivación de los estudiantes por el aprendizaje de la geometría con la utilización del programa computacional GeoGebra, se consideraron 6 Ítems como se muestra en la tabla 3.

TABLA 3. La experiencia del uso de la computadora en el aprendizaje de la geometría

Nro	indicadores (Ítems)
1	Me gusta aprender Matemáticas con la ayuda de programas
2	He practicado con software útiles para el aprendizaje de las Matemáticas
3	Aprender a usar software para las Matemáticas es frustrante
4	El uso de software hace el aprendizaje de las Matemáticas más interesante
5	Vale la pena aprender a utilizar el software para hacer las figuras
6	Es importante para interactuar dinámicamente en un ambiente que combinan geometría, álgebra y cálculo

Para medir las creencias de los estudiantes en la utilización del programa computacional GeoGebra para el aprendizaje de la geometría, consideramos 12 Ítems como se muestra en la siguiente tabla (tabla 4).

TABLA 4. Motivación por la integración con el ordenador utilizando el programa computacional

Nro	Indicadores (Ítems)
1	Vale la pena el esfuerzo del uso de las computadoras para las Matemáticas
2	Las tareas utilizando programas en la computadora son claras y fáciles de leer
3	Las Matemáticas se hacen más interesantes cuando utilizas programas computacionales
5	Las utilización de programas computacionales ayudan a aprender mejor las Matemáticas
6	La revisión de los contenidos por la computadora me ayudan a repasar conceptos Matemáticos
7	Los programas computacionales me ayudan a observar mejor los cuerpos y figuras geométricas
8	El ordenador permite entender mejor la geometría plana y espacial
9	Posibilita la observación simultánea de la Zona de Álgebra y la Zona de Gráficos, permitiendo el análisis sobre la repercusión que se origina en el objeto, desde el punto de vista algebraico, cuando se modifican determinados parámetros en su representación gráfica y viceversa
10	Permite construir figuras con puntos, segmentos, rectas, vectores, cónicas y genera gráficas de

LA GEOMETRÍA A TRAVÉZ DE PROGRAMAS COMPUTACIONALES

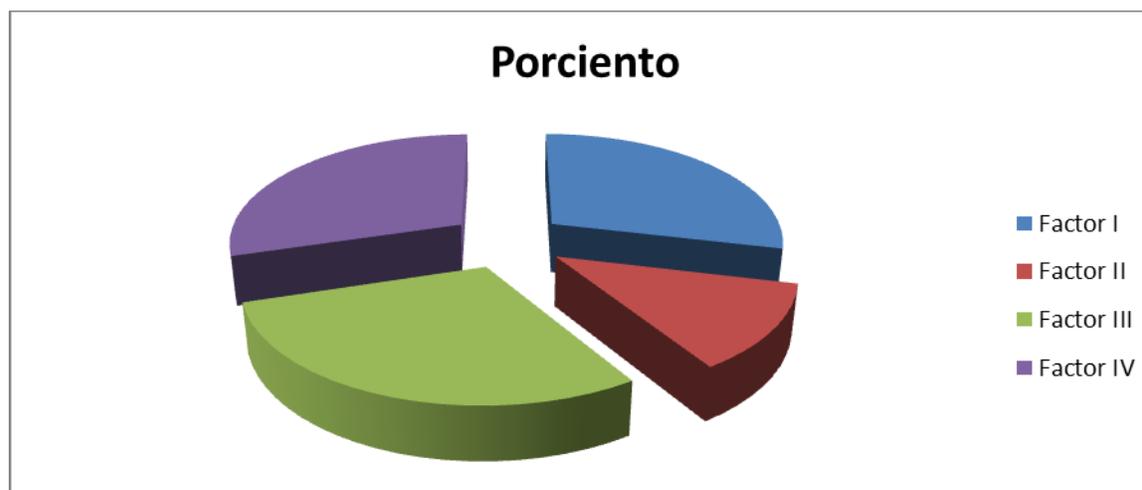
	funciones que pueden ser modificadas de forma dinámica.
11	Viabiliza la lectura de las coordenadas cartesianas de puntos solo con colocar el puntero sobre el punto
12	Facilita el desarrollo de acciones matemáticas (como resolución de problemas, demostración, conjuración, aplicación, verificación)

El análisis de la frecuencia de los factores comunes relevantes del modelo de cuatro factores. (Ver tabla 5)

Tabla 5. Análisis de frecuencia de los factores comunes relevantes

Factores comunes	X Ítems	Frecuencia	%
I	4	143	77,7%
II	4	61	33,3%
III	6	146	79,3%
IV	12	147	80,4%

Resultados de los promedios de las frecuencias de los cuatro factores.



En el análisis que se realizó se detectó la confiabilidad del test construido. Para determinar el grado de homogeneidad que existe entre los elementos de la escala en conjunto, se calculó el Coeficiente Alfa de Cronbach para el total de los ítems, resultando ser de 0.73, y de 0.77, el cual se basó en elementos estandarizados. Se considera, por lo tanto, que la escala tiene una buena consistencia interna.

Para el análisis de la forma en que se agrupan los ítems del cuestionario que se construyó se realizó un análisis factorial exploratorio. El propósito fue detectar factores comunes de los ítems para formar categorías apropiadas que pudieran precisar de manera general los diferentes aspectos de las motivaciones de los estudiantes que se pretende medir. La solución factorial inicial se llevó a cabo mediante el método de componentes principales y se obtuvieron

ocho factores con auto-valor mayor que uno que explicaron el 60.51% de la varianza total. El determinante de la matriz de correlaciones (1.15E-007) indica que el grado de inter-correlación entre las variables es alto; condición inicial que debe cumplir este tipo de análisis. Los índices de Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de la muestra (KMO=0.905) y el contraste de esfericidad de Bartlett (B=3362.8; $p < 0.001$) indican una muy buena adecuación de los datos para el tipo de análisis factorial que se seleccionó.

Para obtener una estructura más simple se realizó una rotación Varimax con normalización de Kaiser. Se procedió a limitar los factores y se obtuvo que la solución más interpretable fuera un modelo de cuatro factores.

Por último, se calcularon los Coeficientes Alfa de Cronbach para cada componente asociado a cada factor (Tabla 6). El análisis de consistencia interna por factor nos permitió identificar que los primeros cuatro factores del modelo encontrado para nuestro estudio son relevantes.

Tabla 6. Coeficientes Alfa de Cronbach

Coeficientes Alfa de Cronbach por factor			
FACTOR	N° DE ITEMS	% DE VARIANZA	COEFICIENTE ALFA
I	4	4.49	0.627/0.626 *
II	4	4.13	0.508/0.510 *
III	6	6.75	0.705/0.709 *
IV	12	30.00	0.873/0.875 *
* Coeficiente alfa de Cronbach basado en elementos estandarizados			

La categorización del primer y segundo factor que recayó básicamente en elementos tales como los ocho ítems de la (tabla 1), que integran las preguntas (1, 2, 3) del cuestionario, las cuales se refieren a la utilidad del programa computacional en la enseñanza de la geometría, el que refleja un 77,7% de los estudiantes que la consideran útil para el aprendizaje de la geometría y un 33,3% que no la considera útil por falta de conocimientos y utilización del ordenador en estos programas.

El significado del tercer factor tiene relación directa con los elementos de los seis ítems, (tabla 2), que integran las preguntas, (4,5) los cuales se refieren al grado de motivación de los estudiantes por el aprendizaje de la geometría utilizando el programa computacional GeoGebra, 79,3% de la frecuencia plantea que ha practicado con software y que los considera útiles para el aprendizaje de las Matemáticas, que es importante para interactuar dinámicamente en un ambiente que combinan geometría, álgebra y cálculo y que viabiliza la lectura de las coordenadas cartesianas de puntos, el 20,7% plantean que les falta práctica y conocimientos sobre la aplicación de software.

Los doce ítems para medir las creencias de los estudiantes en la utilización del programa computacional Geogebra para el aprendizaje de la geometría, aspecto que refleja con un 80,4% de la frecuencia considera de que le gusta aprender Matemáticas con la computadora, que le ayuda a resolver las tareas con mayor facilidad, que les o permite construir figuras con puntos, segmentos, rectas, vectores, cónicas y genera gráficas de funciones que pueden ser modificadas de forma dinámica y que viabiliza la lectura de las coordenadas cartesianas de puntos solo con colocar el puntero sobre el punto, el 19,6% no opina por falta de conocimientos y prácticas en programas computacionales utilizando el ordenador.

DISCUSIÓN

Según (Gallego, 2009; Marqués 2005, 2009) el uso de las tecnologías ofrecen ventajas tanto para la función docente, como para el estudiante, lo cual facilita la labor del profesor en múltiples tareas (exposición multimedia de las clases, archivo y reutilización, corrección de tareas públicamente, etc.) y también permiten, según las investigaciones llevadas a cabo, un grado mayor de participación de los estudiantes, mejoría del aprendizaje, mayor grado de creatividad y de autoestima, y en general mayor motivación .

En la presente investigación se observó que un alto porcentaje de estudiantes indicaron que les gustaba utilizar el ordenador para aprender las matemáticas. Este aspecto demostró que los estudiantes que manifestaron no utilizar la

LA GEOMETRÍA A TRAVÉS DE PROGRAMAS COMPUTACIONALES

computadora para las matemáticas reflejaron falta de motivación e interés por el aprendizaje de la asignatura. Investigadores como McClelland (2000), mencionan que la motivación incide notablemente en todas las acciones que el hombre pueda realizar. En este sentido, el rendimiento académico (o desempeño escolar) se puede condicionar en gran medida al componente motivacional. Esto indica que es necesario utilizar programas computacionales, motivacionales, que logren un mejor aprendizaje de las Matemáticas.

Fue notorio observar como los estudiantes se motivan y transforman su interés por las Matemáticas con énfasis en la geometría. Al respecto Coll (2004) sostiene que la introducción de las tecnologías en el escenario educativo puede alterar profundamente la dinámica de enseñanza aprendizaje en un sentido positivo de enriquecimiento y transformación de dinámicas caducas, siempre y cuando su uso fomente la interactividad entre profesores, estudiantes, contenidos y actividades.

Se puede afirmar que con el desarrollo de la presente investigación se comprobó la motivación de los estudiantes por la realización de trabajos, ejercicios y tareas relacionadas con cálculos de áreas y volumen de cuerpos geométricos con la utilización de la GeoGebra y software en la computadora. Al respecto Passey et al. (2004) han estudiado dentro del marco general del empleo de herramientas tecnológicas de la información, entre las que se cuenta la computadora, el efecto motivador de estas sobre los estudiantes, y concluyen que tienen efectos positivos en la motivación de los estudiantes, ya que les ayuda a centrarse en el aprendizaje y a afrontar tareas marcadas. Afirman además que se percibe un mayor efecto motivador cuando las tecnologías de la información sirven para fomentar la participación del alumno, la investigación, escritura o trabajos de edición. Así, se aprecian en general mayores ventajas cuando las tecnologías de la información no solo se emplean en tareas de enseñanza, sino también en apoyo del aprendizaje

Ante esto es importante mencionar los beneficios y facilidades que le ofrece el programa computacional GeoGebra al profesor a la hora de construir figuras con puntos, segmentos, rectas, vectores, cónicas y genera gráficas de funciones que se pueden modificar de forma dinámica lo cual posibilita la observación simultánea de la Zona de Álgebra y la Zona de Gráficos y permite el análisis acerca de la repercusión que se origina en el objeto, desde el punto de vista algebraico, cuando se modifican determinados parámetros en su representación gráfica y viceversa. Al respecto Levy (2002) al hablar del impacto en el aprendizaje de los estudiantes, transmite la idea del profesorado de que puede asumirse un impacto positivo en su motivación para aprender. Los profesores ven beneficios significativos, tanto educacionales como prácticos; supone una ayuda en la motivación del estudiante, localiza su atención y estimula el desarrollo del aprendizaje.

Se pudo observar que los estudiantes plantearon la importancia que tiene el programa para facilitar el desarrollo de acciones matemáticas (como resolución de problemas, demostración, conjeturación, aplicación, verificación). Ante esto el estudio cuantitativo de Morgan (2008) trata de dilucidar la implicación y mayor predisposición al trabajo por parte del estudiante cuando media el uso de la tecnología. Sus conclusiones a este respecto son positivas, la implicación del estudiante aumenta significativamente cuando se usa para propósitos instructivos, les resulta una herramienta agradable y el deseo de interactuar con la computadora supone un poderoso elemento motivador para los estudiantes.

A partir de los resultados que se obtuvieron de la presente investigación se concluye que la construcción y validación de un cuestionario para medir la motivación de los estudiantes con respecto al empleo de programas computacionales *GeoGebra* para la enseñanza de la geometría, es adecuada y permitió identificar que el 77,7% de los mismos la consideran útil, mientras que el 33,3% no, principalmente, por falta de conocimientos. Se sugiere diseñar una metodología a partir de los procedimientos que se emplearon en la investigación para su aplicación en estudios de similar magnitud.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Universidad Estatal del Sur de Manabí por el auspicio para desarrollar la presente investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Coll, C. (2004). Psicología de la educación y prácticas educativas mediadas por las tecnologías de la información y la comunicación: una mirada constructivista. *Sinéctica*, 25, 1-24.
- CRECHLEY, P. (2007). Does computer confidence relate to levels of achievement in ICT-Enriched learning models? *Education and Information Technologies*, 12(1), 29-39.
- CRECHLEY, P. & HARMAN, C. (2001). Balancing the scales of confidence: Computers in early undergraduate mathematics learning. *USQ e Prints, 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
- Derek, G., Miller, D. (2001). Running with technology: the pedagogic impact of the large-scale introduction of interactive whiteboards in one secondary school. *Journal of Information Tecnology for Teacher Education*, 10 (3), 257278. Recuperado el 20/11/2012 de <http://dx.doi.org/10.1080/14759390100200115>
- FOGARTY, G., CRECHLEY, P., HARMAN, C., ELLERTON, N., & 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-EllertonKonki_Valid_of_questionnaire_maths.pdf
- GALBRAITH, P. & HAINES, C. (1998). Disentangling the nexus: Attitudes to mathematics and technology in a computer learning environment. *Educational Studies in Mathematics*, 36(3), 275-290.
- GALBRAITH, P. & HAINES, C. (2000). *Mathematics-computing Attitudes Scales*. Monographs in Continuing Education. London: City University London.
- GIL, N., BLANCO, J. & 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. & HAINES, C. (2008). Students' attitudes to mathematics and technology. Comparative study between the United Kingdom and Spain. Presentado en ICME-11, 11th
- Levy, P. (2002). Interactive Whiteboards in learning and teaching in two Sheffield schools: a developmental study. Recuperado el 20/11/2012 de <http://dis.shef.ac.uk/eirg/projects/wboards.htm>
- Marqués, P. (2005). La pizarra digital interactiva SMART. Síntesis de la investigación 2005 en Cataluña. Recuperado el 20/11/2012 de <http://www.peremarques.net/pdigital/es/docs/smartinvestigaresumen.doc>
- Morgan, G. L. (2008). Improving student engagement: Use of the interactive whiteboard as an instructional tool to improve engagement and behavior in the junior high school classroom (Doctoral dissertation). Liberty University, Virginia. Recuperado el 20/11/2012 de <http://digitalcommons.liberty.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1140&context=doctoral>
- NGUYEN, D. & KULM, G. (2005). Using Web-based practice to enhance Mathematics learning and achievement. *Journal of Interactive Online Learning*, 3(3).
- Passey, D., (2004). The Motivational effect of ICT on pupils. United Kingdom. Lancaster University. Recuperado el 20/11/2012 de <http://digitalcommons.liberty.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1140&context=doctoral>
- PIERCE, R., STACEY, K. & BARKATSAS, A. (2007). A scale for monitoring students' attitudes to learning mathematics with technology. *Computers & Education*, 48(2), 285-300.

LA GEOMETRÍA A TRAVÉZ DE PROGRAMAS COMPUTACIONALES

URSINI, S., SÁNCHEZ, G. & 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.

