

Influencia de Geogebra en las actitudes hacia las matemáticas de estudiantes de secundaria: diseño y validación de un cuestionario*

Influence of Geogebra in Secondary Students' Attitudes Towards Mathematics: Design and Validation of a Questionnaire

María del Mar García López¹
Isabel María Romero Albaladejo²

Resumen

Los recursos tecnológicos pueden ser una herramienta útil para mejorar la deficiente actitud hacia la matemática de una buena parte del alumnado de Secundaria. Los profesores necesitan instrumentos para valorar el impacto de estos recursos en la práctica. En este capítulo presentamos un cuestionario que, junto a otros instrumentos, permiten informar de la influencia que tuvo en las actitudes del alumnado la introducción de Geogebra en el aula.

Palabras clave: actitudes, matemáticas, secundaria, Geogebra, cuestionario

Abstract

Technological resources may be a useful tool to improve the deficient attitude towards mathematics of a good number of secondary students. Teachers need instruments for assessing the impact of these resources in practice. In this chapter, a questionnaire is presented which, together with other instruments, allows to report of the pos-

* García, M. M. y Romero, I. M. (2019). Influencia de Geogebra en las actitudes hacia las matemáticas de estudiantes de secundaria: diseño y validación de un cuestionario. En A. Codina y M. F. Moreno (Eds.), *Investigaciones en pensamiento numérico y algebraico: 2018* (pp. 111-133). Almería, España: Editorial Universidad de Almería.

1 IES Carmen de Burgos

2 Universidad de Almería

itive influence in students' attitudes when Geogebra is introduced in the classroom.

Keywords: attitudes, mathematics, secondary, Geogebra, questionnaire

Introducción

El problema de la falta de motivación de gran parte del alumnado de Secundaria hacia la asignatura de matemáticas es constatado en la literatura (Casis, Rico y Castro, 2017; Gómez-Chacón, 2012), así como por los docentes. Si a esto unimos la imagen distorsionada que los estudiantes suelen tener de esta materia (Córdoba, 2015), no es de extrañar que la consideren como aburrida y difícil; lo que repercute en gran medida en su interés por aprenderla y en los resultados que obtienen.

El profesorado, cuando no se resigna ante la situación, busca formas de resolverla haciendo uso de distintas metodologías y recursos. Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) se presentan como una herramienta que puede resultar útil para dar la vuelta a este panorama o, por lo menos, para incidir de forma positiva en las aulas de matemáticas. Son numerosos los estudios que ponen de relieve la potencialidad del uso de TIC para mejorar la motivación y el aprendizaje de los estudiantes en matemáticas (Abdu, Schwarz y Mavrikis, 2015; Baccaglioni-Frank, 2019; Hoyles y Lagrange, 2010).

En el presente capítulo, se presenta un experimento de enseñanza (Confrey y Lachance, 1996), llevado a cabo en un centro TIC de Educación Secundaria de la provincia de Almería. Dicho experimento tenía, entre otros objetivos, el de mejorar la actitud del alumnado hacia la asignatura de matemáticas a través de la introducción en el aula de una herramienta tecnológica, en particular del Software de Geometría Dinámica (SGD) Geogebra. Para ello, la primera autora del capítulo, profesora de dos clases de 3^a de ESO, siguiendo a autores como Elliot (1990) y Stenhouse (1991), ejerció de investigadora de su propia práctica, procurando indagar de forma sistemática en las transformaciones actitudinales que la introducción del SGD produjo en sus estudiantes. Para este propósito, contó con la colaboración de dos profesores de la Universidad de Almería: la segunda autora

del capítulo y el Dr. Francisco Gil Cuadra, quienes contribuyeron en el desarrollo de instrumentos, así como de metodologías de observación y análisis, que le permitieron la realización de apreciaciones sólidas sobre su alumnado en el terreno afectivo.

En lo que sigue describimos los instrumentos, métodos y resultados de la observación del proceso de evolución actitudinal que tuvo lugar en las mencionadas clases durante los dos meses de trabajo con Geogebra. Hacemos especial hincapié en el diseño y validación de un cuestionario que realizamos a tal efecto, y triangulamos sus resultados con los obtenidos mediante otros instrumentos. Con ello, pretendemos atender a la demanda de estudios sobre actitudes hacia las matemáticas en situaciones reales de aula, y no sólo de modo declarativo, sino mediante observaciones del comportamiento del alumnado (Gómez-Chacón, 2010).

Marco teórico

El estudio del afecto en matemáticas es un campo complejo, debido a la ausencia de un marco teórico unificado y con elementos bien delimitados, así como de herramientas metodológicas basadas en la teoría que permitan la incorporación de los aspectos afectivos en el currículo. Di Martino y Zan (2010) constatan que, a pesar de existir una gran cantidad de estudios sobre actitudes, éstos no proveen una clara definición del constructo en sí mismo. Con frecuencia, la actitud es definida implícitamente y a posteriori a través de instrumentos usados para medirla (Di Martino y Zan, 2001, 2002, 2003). Además, las investigaciones que dan explícitamente una definición de actitud no comparten una única caracterización. Desde el punto de vista de estos autores, la variedad de definiciones de actitud no está limitando sino enriqueciendo a los investigadores, porque diferentes problemas de investigación pueden requerir diferentes definiciones. Compartimos esta opinión y, por ello, hemos realizado una caracterización de las actitudes hacia las matemáticas a partir de otras encontradas en la literatura, pero con la mirada puesta en el contexto y los propósitos de este estudio.

Así pues, teniendo en cuenta los trabajos de Auzmendi (1992); Castro (2004); Estrada, Batanero y Fortuny (2003); Gil (1999); Gómez Chacón (2000); Martínez (2008) y Rodríguez (1991), distinguimos tres componentes de las actitudes hacia las matemáticas:

- **Componente cognitiva:** *Creencias de los estudiantes sobre sus propias posibilidades y limitaciones: autoconfianza (CO)*. Es decir, la confianza en la propia habilidad matemática y la percepción de los estudiantes sobre la propia capacidad (conocimientos) y sobre sus habilidades intelectuales en matemáticas (si confían en poder estudiar matemáticas más difíciles, si consideran que tienen dificultades para estudiarlas, etc.).
- **Componente Afectiva:** *Gusto por las Matemáticas (GM)* y por los contenidos trabajados en matemáticas, gusto por los distintos tipos de actividades realizadas, gusto por la metodología de trabajo (en nuestro caso, basada en el uso de TIC y en el trabajo colaborativo), etc.
- **Componente Comportamental:** *Trabajo e Implicación en Matemáticas (TR)*, es decir, el comportamiento o conducta observable de los alumnos durante las sesiones de aula en referencia a la resolución de problemas contextualizados.

A partir de estas tres componentes, decidimos diseñar un cuestionario que permitiese obtener información más ajustada que aquella que proporcionaban los cuestionarios disponibles en la literatura sobre la incidencia en las actitudes hacia las matemáticas del alumnado de la introducción de Geogebra en las aulas. En efecto, los cuestionarios encontrados (Auzmendi, 1992; Bazán, 1997) hacían referencia a las actitudes hacia las matemáticas en general, pero no permitían obtener información acerca de si los estudiantes admitían transformaciones en sus actitudes hacia las matemáticas como consecuencia del trabajo con Geogebra, ni tampoco conocer qué opinión les merecía esta herramienta.

En el apartado posterior, presentamos el cuestionario «Me interesa tu opinión», en adelante «cuestionario MIO», en cuyo diseño y validación nos asesoró el profesor Francisco Gil. Este cuestionario indaga acerca de las tres componentes de las actitudes hacia las matemáticas consideradas. Asimismo, se presentan otros instrumentos con los que se exploran esas mismas componentes y cuyos datos se triangulan con los del cuestionario, lo que permite dar validez a los resultados obtenidos.

Contexto y propósito del estudio

El experimento de enseñanza se llevó a cabo en el centro TIC «IES Murgi» (El Ejido), en el que era profesora la primera autora de este capítulo. Dado el carácter del centro y las oportunidades que brindaba para el aprovechamiento de las TIC, se decidió diseñar una secuencia didáctica para estudiar contenidos geométricos haciendo uso del SGD Geogebra y estudiar su influencia sobre el alumnado en el terreno afectivo, así como en su aprendizaje de las Matemáticas.

Para ello, se seleccionaron dos clases de 3º de ESO, con un total de 46 alumnos. En ellas se trabajaron los contenidos de geometría correspondientes a los polígonos y las teselaciones del plano mediante una metodología de aprendizaje por descubrimiento guiado, en la que el alumnado trabajaba por parejas sobre situaciones contextualizadas. En una primera instancia, se trabajaron los contenidos de polígonos durante 13 sesiones con lápiz y papel (sesiones LP). Posteriormente, se introdujo Geogebra para trabajar las teselaciones del plano durante 12 sesiones (sesiones GG).

Con ello pretendíamos estudiar las transformaciones en las actitudes hacia las matemáticas que se operaban en el alumnado debidas al uso del SGD Geogebra, que era la única variable que diferenciaba las dos secuencias. A tal efecto, utilizamos una serie de instrumentos, entre ellos el cuestionario MIO, que exponemos a continuación.

El cuestionario MIO

Para lograr el propósito de nuestro estudio, llevamos a cabo una revisión de la literatura en búsqueda de cuestionarios validados, la cual devolvió un escaso número de instrumentos de este tipo, que además no se ajustaban a nuestros intereses. Únicamente empleamos la escala de actitudes hacia la matemática EAHM-U, desarrollada por Bazán (1997), que nos permitió recoger información principalmente de las componentes cognitiva y afectiva de las actitudes hacia las matemáticas y aportó información de la visión que los estudiantes tenían de la importancia de las matemáticas en la vida real (aplicabilidad). Para completar esta información, resolvimos diseñar el cuestionario «Me interesa tu opinión (MIO)». Empleando los dos cuestionarios se pretendía hacer un doble filtrado de la información recogida, porque

nuestra experiencia previa con TIC nos sugería que muchos estudiantes admitirían cambios en sus actitudes hacia las matemáticas asociadas exclusivamente al uso de las tecnologías. Es decir, después del trabajo con TIC, al volver a trabajar con lápiz y papel, manifestarían sus actitudes hacia las matemáticas iniciales.

El cuestionario MIO (Ver Anexo) consta de 22 ítems, los cuales informan de las componentes afectiva, cognitiva y comportamental de las actitudes hacia las matemáticas, y también de las actitudes hacia el uso de TIC y hacia el trabajo colaborativo en matemáticas. Se cuidó la redacción de los ítems de modo que la mitad de ellos se formularon en sentido positivo y la otra mitad en sentido negativo; de esta manera, pretendíamos evitar la tendencia de los encuestados a estar de acuerdo con las situaciones planteadas en los ítems y comprobar si respondían realmente lo que pensaban o siguiendo esta tendencia (aquiescencia). Asimismo, se evitó el uso de enunciados reconocidos o aceptados socialmente, para que el encuestado no respondiera aquello que creía socialmente correcto sino lo que realmente pensaba.

Se sometió este cuestionario a un análisis de fiabilidad y consistencia y a un análisis factorial, realizados con el paquete estadístico SPSS (versión 15.0), que permitieron validarlo³ como tal, pues confirmaron que este instrumento tenía buena fiabilidad o consistencia interna al obtener un valor Alfa de Cronbach $> .86$, y era adecuado para someterse a un análisis factorial (Test de Esfericidad de Barlett:

$$\chi^2 = 1392, p = .000; \text{Índice } \kappa_{MO} \text{ de Kaiser-Meyer-Olkin} = .845).$$

El análisis factorial realizado a los ítems del cuestionario permitió agruparlos en cuatro factores que explicaban el 55.8% de la varianza, como muestra la Figura 1, en la que se recogen los resultados del análisis de Componentes Principales, antes y después de aplicar el método de rotación Varimax:

³ Los análisis de validación de este cuestionario pueden consultarse en su totalidad en García (2011).

Varianza total explicada

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	% de la varianza	% acumulado
1	6,473	29,423	29,423	6,473	29,423	29,423	4,089	18,585	18,535
2	2,323	10,560	39,983	2,323	10,530	39,983	3,440	15,637	34,221
3	1,975	8,978	48,961	1,975	8,978	48,961	2,704	12,291	46,513
4	1,514	6,880	55,841	1,514	6,880	55,841	2,052	9,328	55,841
5	,980	4,453	60,254						
6	,930	4,228	64,522						
7	,893	4,059	68,561						
8	,801	3,640	72,221						
9	,730	3,320	75,540						
10	,663	3,011	78,552						
11	,619	2,807	81,359						
12	,581	2,642	84,001						
13	,502	2,281	86,281						
14	,467	2,124	88,405						
15	,441	2,005	90,410						
16	,380	1,728	92,139						
17	,337	1,533	93,671						
18	,317	1,443	95,114						
19	,293	1,330	96,444						
20	,276	1,254	97,698						
21	,264	1,202	98,900						
22	,242	1,100	100,000						

Método de extracción: Análisis de Componentes principales.

Figura 1. Varianza total explicada con cuatro factores antes y después de la rotación Varimax

A continuación, se exponen las matrices de componentes antes y después de la rotación (Figura 2 y 3), en las que pueden observarse qué ítems definen cada factor y cuál es su peso en cada uno de ellos. Para facilitar su análisis aquellos pesos poco significativos (comprendidos entre -.1 y .1) se han eliminado:

Matriz de componentes ^a				
	Componente			
	1	2	3	4
I1	,655		-,103	,330
I2	,750			
I3	,551	,143	-,159	,299
I4	,292	,110	,508	,113
I5	,407	-,410		-,109
I6	,644	,154	-,148	,322
I7	,731	-,193		-,101
I8		,533	,362	,174
I9	,648	-,298		-,259
I10	,579	,264		,212
I11	,784	-,268	-,118	
I12	,362	,543	,114	-,443
I13	,523	,227	,134	,371
I14	,196	-,304	,444	-,224
I15	,614	,318	-,380	-,221
I16	,536	,401	,100	,285
I17	,292	,504	,545	
I18	,389	-,385	,441	-,202
I19	,616	,370	-,133	-,293
I20	,695	-,393		
I21	,540	,340		-,453
I22	,235	,170	,768	

Método de extracción: Análisis de componentes principales.
a. 4 componentes extraídos

Matriz de componentes rotados ^a				
	Componente			
	1	2	3	4
I1	,706	,195		
I2	,587	,388	,275	
I3	,644		,137	
I4	,312		-,133	,632
I5	,198	,583		-,187
I6	,722		,167	
I7	,466	,541	,270	
I8	,102	-,289	,195	,564
I9	,245	,672	,260	
I10	,547		,254	,294
I11	,534	,598	,215	-,119
I12			,765	,224
I13	,670		,125	,118
I14	-,177	,532		,254
I15	,461		,640	-,210
I16	,540	,448	-,195	
I17			,397	,689
I18		,686		,251
I19	,347	,130	,699	
I20	,407	,684		
I21	,150	,208	,737	
I22		,460	,123	,668

Método de extracción: Análisis de componentes principales.
Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser.
a. La rotación ha convergido en 21 iteraciones.

Figura 2. Matriz de componentes

Figura 3. Matriz de componentes rotados

Después de la rotación Varimax (Figura 3), se obtuvieron cuatro factores definidos por los ítems que exponemos en la Tabla 1. Se adoptó el criterio de que un ítem definía un factor si su peso era superior a .40 y mayor en dicho factor que en los demás factores. Bajo ese criterio, se presentan los ítems de cada factor, ordenados por su mayor peso en la definición de dicho factor, con el nombre que se asignó a cada factor tras interpretar la información que recogían aquellos ítems que lo definían (Tabla 1):

Tabla 1. Ítems que definen cada factor del cuestionario MIO

Factores	Ítems (Peso en el factor)
<p>Factor 1 Actitud hacia el uso de TIC en matemáticas (explica el 18.6% de la varianza)</p>	<p>6. Las TIC no me han motivado nada (.72) 1. He participado de forma más activa (.71) 13. Las TIC no me han ayudado a reflexionar sobre mis errores (.67) 3. Los ordenadores no me han ayudado a sentirme más seguro (.64) 2. Me ha gustado más la asignatura (.59) 10. Trabajar las mates con los ordenadores es más difícil (.55) 16. Usando las TIC es más fácil estudiar matemáticas (.54) 11. He comprendido con mayor rapidez (.53) 7. He reconocido y valorado más las aplicaciones de las mates (.47) 15. Sigo teniendo dificultades para comprender las mates (.46) 20. Los ordenadores ofrecen muchos recursos para entender mejor las mates (.41) 19. Ni usando las TIC, logro comprender las mates por mí mismo (.35) 4. Prefiero trabajar solo (.31)</p> <p>Nota: Los ítems 11, 7, 15, 20, 19 y 4, a pesar de tener un peso superior a 30 en este factor, cargan con mayor peso en otros factores.</p>
<p>Factor 2 Ventajas de trabajar las matemáticas con TIC (explica el 15.6% de la varianza)</p>	<p>18. Este modo de trabajo facilita la comunicación con los compañeros (.69) 20. Los ordenadores ofrecen muchos recursos para entender mejor las mates (.68) 9. He confiado más en mis capacidades (.67) 11. He comprendido con mayor rapidez (.60) 5. He reconocido en mayor grado mis fallos (.58) 7. He reconocido y valorado más las aplicaciones de las mates (.54) 14. Trabajar en grupo hace las mates más fáciles (.53) 22. Prefiero trabajar en grupo (.46) 16. Usando las TIC es más fácil estudiar matemáticas (.45) 2. Me ha gustado más la asignatura (.39)</p> <p>Nota: Los ítems 2, 16 y 22, a pesar de tener un peso superior a .30 en este factor, cargan con mayor peso en otros factores</p>

Factores	Ítems (Peso en el factor)
<p>Factor 3 Rechazo las matemáticas con TIC (explica el 12.3% de la varianza)</p>	<p>12. Sigo sin apreciar la importancia de las mates (.77) 21. Sigue sin gustarme el trabajo en mates (.74) 19. Ni usando las TIC, logro comprender las mates por mí mismo (.70) 15. Sigo teniendo dificultades para comprender las mates (.64) 17. Trabajar en grupo hace las mates más difíciles (.40)</p> <p>Nota: El ítem 17, a pesar de tener un peso superior a .30 en este factor, carga con mayor peso en el factor 4.</p>
<p>Factor 4 Trabajo colaborativo con TIC (explica el 9.33% de la varianza)</p>	<p>17. Trabajar en grupo hace las mates más difíciles (.69) 22. Prefiero trabajar en grupo (.67) 4. Prefiero trabajar solo (.63) 8. Ni trabajando en equipo, mejora mi relación con los compañeros (.56)</p>

Además del cuestionario MIO y de la escala de Bazán (1997), se emplearon distintos instrumentos cuyo análisis y posterior triangulación permiten informar de la evolución de las actitudes hacia las matemáticas que experimentó el alumnado gracias a su trabajo con Geogebra. Entre ellos, destacamos los diarios de aula de la profesora-investigadora, entrevistas grupales y opiniones individuales de los estudiantes (obtenidas mediante un buzón de sugerencias en la plataforma virtual), junto con los archivos de Geogebra y los archivos de audio grabados durante la realización de las tareas. La escala de Bazán se pasó al alumnado al comienzo y al final de la experiencia; el cuestionario MIO fue contestado al final del trabajo con el SGD; los diarios fueron escritos para todas las sesiones, tanto las de Lápiz y Papel como las de Geogebra; las opiniones del alumnado en el buzón de sugerencias, así como los registros de su trabajo se recopilaron durante el trabajo con el software; y la entrevista a cada clase se realizó al término del experimento de enseñanza.

Resultados

Los análisis de los diferentes instrumentos empleados para nuestro estudio, algunos de corte cualitativo y otros de corte más cuantitativo, y su posterior triangulación, resultaron bastante extensos (García, 2011). Por razones de espacio y al tratarse de un homenaje al profesor Gil, en esta ocasión exponemos los resultados obtenidos centrándonos en el cuestionario MIO que con su ayuda diseñamos, validamos y cuyos resultados verificamos posteriormente. Al hilo de la presentación de los resultados de este cuestionario, incluimos evidencias que los corroboran extraídas de los otros instrumentos empleados, contribuyendo así a afianzar su validez.

Transformación de las actitudes hacia las matemáticas

Analizamos las puntuaciones factoriales de los 46 estudiantes en cada uno de los cuatro factores del cuestionario MIO, bajo la consideración de que una puntuación negativa, neutra o positiva representaba una actitud negativa, neutra o positiva, respectivamente. Los resultados obtenidos (Tabla 2) muestran que en torno al 60% de los estudiantes manifestaron una actitud positiva hacia el uso de Geogebra en matemáticas y opinaron favorablemente sobre las ventajas de trabajar las matemáticas con TIC y sobre el trabajo colaborativo por parejas con Geogebra.

Tabla 2. Porcentajes de estudiantes según la opinión reflejada en los factores de MIO (Tabla 1)

		Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
Actitud (%)	Negativa	39.1	43.5	52.2	41.3
	Neutra	.00	.00	.00	.00
	Positiva	60.9	56.5	47.8	58.7

Contrastamos estos resultados con los de la escala de actitudes hacia la matemática EAHM-U (Bazán, 1997), que los estudiantes completaron antes (Pretest) y después (Postest) de la experiencia. Los análisis estadísticos y de comparación de medias (una prueba *t de*

student para muestras relacionadas y dos pruebas *no paramétricas* para dos muestras relacionadas *tipos Wilcoxon y signos*) realizados al Pretest y Postest no revelaron cambios significativos, es decir, muchos estudiantes no afirmaron haber experimentado mejoras en sus actitudes hacia las matemáticas. Sin embargo, cuando se les preguntó específicamente por sus estas actitudes durante el trabajo con Geogebra (mediante el cuestionario MIO), sí que admitieron cambios positivos en ellas, que atribuyeron al gusto y confianza depositado en el trabajo con el software así como a sus ventajas y a la bondad del trabajo colaborativo. Así, los escolares confirmaron con sus respuestas al cuestionario MIO que, para el 63% de ellos, el uso de los ordenadores les había ayudado a sentirse más seguros (ítem 3), al 78.3% su uso les había motivado para trabajar en matemáticas (ítem 6), al tiempo que contribuyó a que al 60.8% de los alumnos les resultara más fácil el trabajo realizado en matemáticas gracias a la ayuda de Geogebra (ítem 10). En conjunto, los alumnos manifestaron una actitud muy positiva hacia el uso de TIC en matemáticas y el análisis realizado permite afirmar que para muchos de los escolares su actitud más favorable hacia las matemáticas estaba asociada con el uso de Geogebra.

A continuación, retomamos el análisis de las 3 componentes consideradas para las actitudes hacia las matemáticas por separado.

Componente cognitiva

Según el cuestionario MIO, el 72.1% de los estudiantes afirmó haber confiado más en sus capacidades (ítem 9) y el 65.3% manifestó comprender las matemáticas por sí mismos usando las TIC (ítem 19).

Contrastamos esta información con la de los buzones de sugerencias, que contenían las opiniones de los estudiantes sobre la experiencia de trabajar geometría con Geogebra y obtuvimos que, el 90.5% de las opiniones de los estudiantes afirmaban que el manejo de la herramienta ayudó a que les resultase más fácil el trabajo en matemáticas y, de este modo, mostraron más confianza en sus posibilidades de éxito, a lo que también contribuyó el hecho de trabajar por parejas de modo colaborativo. Ejemplificamos una de estas opiniones a continuación:

Opinión de A9:

Me ha gustado trabajar con los ordenadores. Las clases se me pasan más rápido. Me gustan un poco más las matemáticas que antes... prefiero trabajar con los ordenadores... me ha resultado más fácil de comprender.

Componente afectiva

Las respuestas de los estudiantes a los ítems del cuestionario MIO relativos al gusto por la asignatura durante el trabajo con Geogebra revelaron que al 73.9% de ellos les había gustado más la asignatura trabajando con ordenadores (ítem 2) y únicamente el 10.8% (ítem 21) de los alumnos afirmó que seguía sin gustarle el trabajo en matemáticas. Es decir, el uso de Geogebra contribuyó a una mejora afectiva de los estudiantes hacia las matemáticas trabajadas en el aula.

Exponemos ahora un extracto de la entrevista semiestructurada llevada a cabo por la segunda autora de este capítulo con cada grupo de estudiantes, que avala los resultados del cuestionario sobre esta componente:

Pregunta para 3° A y 3° B:

¿Qué es lo más importante o significativo de la experiencia de estudiar geometría con Geogebra?

Respuesta de A25:

Que las matemáticas no siempre son aburridas y utilizando los ordenadores podemos divertirnos y aprender más.

Respuesta de A15:

Con los ordenadores estás más motivado. Por ejemplo, cuando lo hacíamos con LP, antes de la clase pensabas que tocaba matemáticas y estabas desganado, pero con los ordenadores nos gusta más. (Varios compañeros afirman opinar igual que A15)

Respuesta de A39:

Que con el ordenador te motiva más.

Componente comportamental

La información recogida en el cuestionario MIO muestra que el 78.2% consideró que había participado de forma más activa en matemáticas durante el trabajo con TIC (ítem 1).

En esta ocasión, corroboramos este resultado con el análisis de los diarios grupales que la primera autora de este capítulo escribió al término de cada sesión con Lápiz y Papel y con Geogebra. En las entradas de los diarios la profesora registraba cada día el porcentaje de estudiantes que habían trabajado en las tareas demostrando interés (TR) durante toda la sesión (Tabla 3):

Tabla 3. Porcentajes de sesiones en las que Todos, Mayoría ($\geq 70\%$) o Pocos ($\leq 33.3\%$) estudiantes de cada grupo trabajaron durante toda la sesión mostrando interés (TR)

	Todos TR		Mayoría TR		Pocos TR	
	3ºA	3ºB	3º A	3º B	3º A	3º B
Sesiones LP	.00	.00	.00	.00	100.0	100.0
Sesiones GG	52.6	84.2	47.4	15.8	.00	.00

Puede apreciarse como durante ninguna de las sesiones LP se registró el hecho de que todos los estudiantes o la mayoría de ellos trabajaran mostrando interés, sino que durante estas sesiones sólo unos pocos estudiantes (entre el 23 y el 33% del total) lograron trabajar de forma constante. El cambio producido por Geogebra en esta componente fue muy significativo pues logró invertir la situación de LP. Los siguientes extractos de los diarios grupales ponen de manifiesto los resultados de la Tabla 3:

- Sesión 2 con LP para 3º B: Mostraban poca confianza en sí mismos para resolver el problema. Al menos el 60% del grupo no ha trabajado durante toda la sesión, alternando ciclos de actividad e inactividad en los que charlaban con sus compañeros. Les cuesta mucho estar más de diez minutos seguidos trabajando en clase.
- Sesión 8 con LP para 3º A: En general, han estado trabajando de forma intermitente y sólo unos pocos (7 de 22 alumnos) confían en poder resolver el problema por sí solos. Además, 8 de ellos se niegan a trabajar en clase o sólo trabajan unos pocos minutos mostrando interés.
- Sesión 4 con GG para 3º A: Muy participativos en la puesta en común y muy trabajadores durante toda la sesión, a pesar de la dificultad de la

tarea 3 que estaban realizando, lo cual no les ha desmotivado ni llevado a abandonar la tarea.

- Sesión 10 con GG para 3° B: Igual que en 3° A, hoy han estado trabajando todos sin excepción, lo cual, aunque ya ha ocurrido en repetidas ocasiones usando Geogebra, no deja de sorprenderme. Les han parecido muy interesantes los applets de los mosaicos que han estado manipulando antes de comenzar la sesión, y también parece motivarles la tarea 9 que han estado haciendo.

Resultados globales

El análisis realizado permite afirmar que muchos de los escolares asociaban su actitud más favorable hacia las matemáticas con el uso de Geogebra, admitiendo que el gusto por el manejo de este recurso para resolver las tareas diseñadas, les llevó a sentirse más motivados e implicados en las tareas y a disfrutar con ellas, y la confianza en la bondad del software para trabajar en matemáticas les ayudó a sentirse más confiados en sus posibilidades de éxito en matemáticas.

Los estudiantes informaron de que, debido al trabajo con Geogebra, se habían transformado positivamente sus actitudes hacia las matemáticas. Esto lo hicieron no sólo a través de sus respuestas al cuestionario MIO, sino también mediante sus comentarios y aportaciones a los buzones de sugerencias y sus respuestas a las preguntas de las entrevistas grupales. En general, el alumnado afirmó haberse implicado más en las tareas, haber disfrutado más con éstas y haber confiado más en sus posibilidades de éxito trabajando con Geogebra que si lo hubieran hecho con lápiz y papel. Es decir, consideraron la herramienta valiosa para el estudio de la geometría y, además, expresaron que les gustaría seguir usando los ordenadores para trabajar los restantes contenidos de la asignatura. Muchas de las opiniones de los estudiantes conducían a la misma reflexión: asociaron la mejora de sus actitudes hacia las matemáticas con el gusto y la motivación por trabajar con Geogebra.

Queremos añadir un extracto de un estudio de caso realizado a uno de los estudiantes, como ejemplo para ilustrar los resultados globales expuestos.

El caso del alumno A8:

A8 se mostraba siempre muy interesado en realizar las tareas propuestas en matemáticas; sin embargo, esta motivación respondía a querer superar la asignatura, no al gusto por la materia. Mostraba poca confianza en sus posibilidades de éxito y consideraba las matemáticas una asignatura difícil y poco atractiva, aunque necesaria. Se describía a sí mismo como un estudiante con bastantes limitaciones en lo concerniente a la resolución de problemas matemáticos, mientras que se sentía capaz de memorizar y aplicar correctamente cualquier algoritmo o procedimiento matemático.

A partir de las observaciones del diario que la profesora-investigadora escribió específicamente para este alumno después de cada sesión, tanto de LP como de GG, se observa una evolución actitudinal que coincide con la obtenida del análisis de los restantes instrumentos empleados en este estudio. La Figura 4 resume dicha evolución al mostrar el porcentaje de sesiones con LP y con GG en las que A8 manifestó cada componente actitudinal. Es decir, muestra cómo la componente comportamental (TR) de A8 destacó positivamente, tanto durante las tareas LP como durante las tareas GG y cómo las otras dos componentes, afectiva (GM) y cognitiva (CO), sí que mejoraron notoriamente con la incorporación del software. A8 manifestó gusto por las tareas realizadas y por las matemáticas y se mostró muy motivado en clase durante todas las tareas GG (100% de las sesiones) mientras que sólo durante el 25% de las sesiones dedicadas a las tareas LP. Relacionamos esta mejora con su buena actitud hacia el uso de TIC (manifestada durante el 100% de las sesiones), pues el gusto por el trabajo con Geogebra le llevó a disfrutar más de las matemáticas. Además, A8 confiaba plenamente en que Geogebra le ayudaría a resolver todas las tareas, lo que ayudó a mejorar su autoconcepto, y en el 96% de las sesiones con GG se mostró más confiado, sobre todo en referencia a su capacidad para resolver problemas (Figura 4).

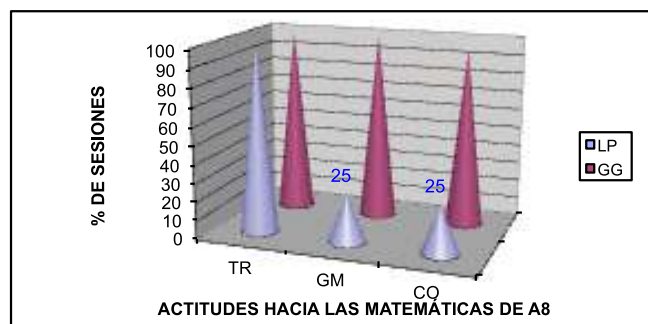


Figura 4. Porcentajes de sesiones en las que A8 manifestó actitudes hacia las matemáticas en tareas LP y GG

A continuación, incluimos algunas evidencias de la mejora de A8 y, de nuevo por cuestiones de espacio, solamente atendemos a la componente afectiva, siendo ésta una de las componentes en la que experimentó un avance notable durante las tareas con Geogebra. Estas evidencias fueron extraídas de la reconstrucción de sus archivos de Geogebra y de los audios grabados durante las sesiones con el software, pudiendo consultarse el análisis completo en García (2011).

Consideramos pertinente analizar en profundidad si A8 manifestaba Gusto y disfrute con la realización de cada una de las 10 tareas con Geogebra (GM) y, de ser así, a qué factores se podía atribuir esta actitud. A lo largo de las 12 sesiones en las que realizaron estas 10 tareas, A8 manifestó 25 veces GM y el análisis de esos momentos y fragmentos de tareas ofreció los resultados expuestos en la Tabla 4:

Tabla 4. Factores que contribuyeron a que A8 evidenciase GM

Factor que influyó mayormente en GM	Frecuencia
Geogebra	14
Interacción alumno-alumno	0
Interacción alumno-profesora	0
Tarea	3
Geogebra e interacción alumno-alumno	0

Factor que influyó mayormente en GM	Frecuencia
Geogebra e interacción alumno-profesor	0
Interacciones alumno-alumno y alumno-profesora	0
No es claro el/los factor/es qué determinó el cambio	8

De las 17 ocasiones en las que parecía evidente cuál era el factor que en mayor medida contribuía a ese gusto por la tarea demostrado por A8, en 14 de ellas ese factor fue Geogebra y en las 3 restantes el motivo fue la propia tarea que estaba realizando. Para ejemplificar la influencia de Geogebra, presentamos siguiente fragmento de la tarea 2:

- A8: Es que ésto son cosas, que empiezas a hacer unos cuántos y ya sigues... dices mira aquí una figura, aquí otra parte, aquí otra parte y sigues siempre, te enganchas...
- A8: ¡Es un vicio, je je je !

La herramienta le motivaba para trabajar sin descanso durante todas las tareas, intentando mejorar y embellecer sus diseños hasta sentirse orgulloso de ellos, como en el siguiente extracto de la tarea 7, en el que trabajó junto a su compañero, A15:

- A15: Pero claro, ahora ya es sencillo, ahora haciendo nada más que simetrías... ¿O no? sí
- A8: ¡Ostras! ¿Te has fijado en éste? [Miran la Figura 5]
- A15: ¿Qué?
- A8: Éste se ha quedado guapísimo
- A15: ¿Ves?
- A8: Un cuadrado, un triángulo, un cuadrado, un triángulo. Se han quedado así como dos aros, nos ha faltado terminarlo por aquí.
- A15: ¡Ya está!
- A8: Se ha quedado guapo, ¿eh?
- A15: Ya

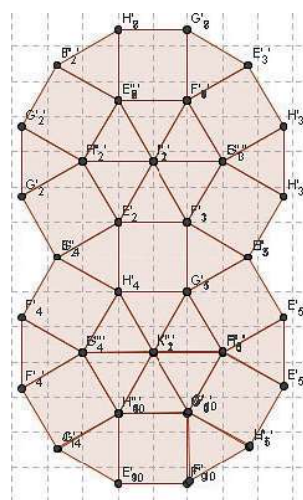


Figura 5. Construcción con Geogebra

Resumiendo lo expuesto, se puede decir que el uso de Geogebra ayudó a este alumno a disfrutar más de las matemáticas, demostrando no sólo interés por superar la asignatura, sino gusto por las tareas realizadas y por el modo de trabajar en el aula. Ello apoya sus respuestas a los ítems 2, 12 y 21 del cuestionario «Me interesa tu opinión».

Conclusión

En las aulas de matemáticas de Secundaria, urge una transformación de las actitudes del alumnado hacia la materia, de modo que puedan acercarse a ella con un talante positivo, confiados en sus habilidades y con gusto e interés por explorar nuevos conocimientos. Estas actitudes necesitan ser también mantenidas, mediante un refuerzo positivo en términos de aprendizaje.

En la actualidad, las TIC proporcionan al profesorado una herramienta con la que poder afrontar este reto, al menos en parte. También es necesario poder articular instrumentos para evaluar el alcance en el plano afectivo de las transformaciones producidas por el uso de nuevas tecnologías en su alumnado.

Basándonos en los desarrollos teóricos realizados en el área de Didáctica de la Matemática, y con la vista puesta en su aplicación en el terreno de la práctica docente, hemos diseñado, validado y aplicado un cuestionario que permite informar del cambio de actitud hacia la materia que se produce en alumnado de Secundaria al introducir un SGD como Geogebra en el aula. La validez de dicho cuestionario viene avalada, además de por las pruebas de tipo estadístico (análisis factorial y análisis de fiabilidad y consistencia), por las observaciones realizadas en el aula sobre el comportamiento del alumnado y por sus opiniones.

Como resultado, se obtienen evidencias de una transformación positiva de las actitudes hacia las matemáticas, más vinculada al uso de las TIC que a la materia en sí. Otros estudios, como Cretchley y Galbraith (2002) y Gómez-Chacón (2010), confirman este hallazgo. De aquí se deriva la necesidad de indagar en las maneras de aprovechar esta mejoría actitudinal hacia la materia promovida inicialmente por el uso de la tecnología, con el fin de promover un aprovechamiento cognitivo por parte del alumnado, así como una estabilidad de sus efectos en el tiempo. Por otra parte, tendría sentido explorar estos efectos en distintos grupos de alumnos, diferenciando por nivel de rendimiento, estilo cognitivo, género, etc.

Referencias

- Abdu, R., Schwarz, B., y Mavrikis, M. (2015). Whole-class scaffolding for learning to solve mathematics problems together in a computer-supported environment. *ZDM Mathematics Education*, 47, 1163–1178.
- Auzmendi, E. (1992). *Las actitudes hacia la matemática- estadística en las enseñanzas medias y universitaria. Características y medición*. Bilbao, España: Mensajero.
- Baccaglioni-Frank, A. (2019). Dragging, instrumented abduction and evidence, in processes of conjecture generation in a dynamic geometry environment. *ZDM Mathematics Education. Online First*, 1-13. doi: <https://doi.org/10.1007/s11858-019-01046-8>.
- Bazán, J. (1997). *Metodología estadística de construcción de pruebas. Una aplicación al estudio de actitudes hacia la matemática en la UNALM*. Tesis doctoral no publicada. UNALM, Lima, Perú.

- Casis, M., Rico, N., y Castro, E. (2017). Motivación, autoconfianza y ansiedad como descriptores de la actitud hacia las matemáticas de los futuros profesores de educación básica de Chile. *PNA*, 11(3), 181-203.
- Castro, J. C. (2004). *Análisis de los componentes actitudinales de los docentes hacia la enseñanza de la matemática. Caso: 1ª y 2ª etapas de educación básica. Municipio de San Cristóbal-Estado Táchira*. Tesis doctoral. Universitat Rovira i Virgili, España. Recuperada el 25 de mayo de 2007 de <http://www.tesisenred.net/TDX-0209104-085732>
- Confrey, J. y Lachance, A. (2000). Transformative teaching experiments through conjecture-driven research design. En A. Kelly y R. A. Lesh (Eds.), *Handbook of research design in Mathematics and Science Education* (pp. 231-265). New Jersey, EE.UU.: Lawrence Erlbaum associates.
- Córdoba, F. (2015). Creencias de estudiantes de secundaria sobre las matemáticas: un diagnóstico preocupante y sus posibles implicaciones. En R. Flores (Ed.), *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* (pp. 268-274). México, DF, México: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa.
- Cretchley, P. y Galbraith, P. (2002). Mathematics or computers? Confidence or motivation? How do these relate to achievement?. En I. Vakalis (Ed.), *Proceedings 2nd International Conference on the Teaching of Math* (CD and online). Crete: Wiley. Disponible desde http://users.math.uoc.gr/~ictm2/Proceedings/ICTM2_Proceedings_Table_of_Contents.html
- Di Martino, P. y Zan, R. (2001). Attitude towards mathematics: Some theoretical issues. En M. van den Heuvel-Panhuizen (Ed.), *Proceedings of the 25th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, (Vol. 3, pp. 351-358). Utrecht, Países Bajos: PME.
- Di Martino, P. y Zan, R. (2002). An attempt to describe a 'negative' attitude toward mathematics. En P. Di Martino (Ed.), *Proceedings of the MAVI-XI European Workshop* (pp. 22-29). Pisa, Italia: Università di Pisa Pr.

- Di Martino, P. y Zan, R. (2003). What does 'positive' attitude really mean? En N. A. Pateman, B. J. Doherty y J. Zilliox (Eds.), *Proceedings of the 27th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 4, pp. 451-458). Honolulu, Hawaii, EE.UU.: PME.
- Di Martino, P. y Zan, R. (2010). 'Me and maths': Towards a definition of attitude grounded on students' narratives. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 13, 27-48.
- Elliot, J. (1990). *La investigación-acción en educación*. Madrid, España: Morata.
- Estrada, A., Batanero, C., y Fortuny, J. (2003). Actitudes y estadística en profesores en formación y en ejercicio. En *Actas del 27 Congreso Nacional de Estadística e Investigación Operativa. Sociedad de Estadística e Investigación Operativa* (pp. 909-920). Lleida, España: Ediciones de la Universitat de Lleida.
- García, M. M. (2011). *Evolución de actitudes y competencias matemáticas en estudiantes de secundaria al introducir Geogebra en el aula*. Tesis doctoral. Almería, España: Universidad de Almería. Recuperado de <http://funes.uniandes.edu.co/1768/>
- Gil, J. (1999). Actitudes hacia la Estadística. Incidencia de las variables sexo y formación previa. *Revista Española de Pedagogía*, 214, 567-590.
- Gómez-Chacón, I. M. (2000). *Matemática emocional. Los afectos en el aprendizaje matemático*. Madrid, España: Narcea.
- Gómez-Chacón, I. M. (2010). Actitudes de los estudiantes en el aprendizaje de la matemática con tecnología. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(2), 227-240.
- Gómez-Chacón, I. M. (2012). Affective pathways and interactive visualization in the context of technological and professional mathematical knowledge. *Nordic Studies in Mathematics Education*, 17(3-4), 54-74.
- Hoyle, C. y Lagrange, J. B. (Eds.) (2010). *Mathematics education and technology-rethinking the terrain. The 17th ICMI study*. New York, EE.UU: Springer.

Martínez, O. J. (2008). Actitudes hacia la matemática. *Sapiens. Revista Universitaria de Investigación*, 9(1), 237-256.

Rodríguez, A. (1991). *Psicología Social*. México D.F., México: Trillas.

Stenhouse, L. (1991). *Investigación y desarrollo del currículum*. Madrid, España: Morata.

Anexo

Cuestionario «ME INTERESA TU OPINIÓN» 1=Totalmente en desacuerdo; 2=En desacuerdo; 3=Indecisión; 4=De acuerdo; 5=Totalmente de acuerdo	Respuesta				
	1	2	3	4	5
1. He participado de forma más activa					
2. Me ha gustado más la asignatura					
3. Los ordenadores no me han ayudado a sentirme más seguro					
4. Prefiero trabajar solo					
5. He reconocido en mayor grado mis fallos					
6. Las TIC no me han motivado nada					
7. He reconocido y valorado más las aplicaciones de las mates					
8. Ni trabajando en equipo, mejora mi relación con los compañeros					
9. He confiado más en mis capacidades					
10. Trabajar las mates con los ordenadores es más difícil					
11. He comprendido con mayor rapidez					
12. Sigo sin apreciar la importancia de las mates					
13. Las TIC no me han ayudado a reflexionar sobre mis errores					
14. Trabajar en grupo hace las mates más fáciles					
15. Sigo teniendo dificultades para comprender las mates					
16. Usando las TIC es más fácil estudiar matemáticas					
17. Trabajar en grupo hace las mates más difíciles					
18. Este modo de trabajo facilita la comunicación con los compañeros					
19. Ni usando las TIC, logro comprender las mates por mí mismo					
20. Los ordenadores ofrecen muchos recursos para entender mejor las mates					
21. Sigue sin gustarme el trabajo en mates					
22. Prefiero trabajar en grupo					