



**CONGRESO
IBEROAMERICANO**
DE CIENCIA, TECNOLOGÍA,
INNOVACIÓN Y EDUCACIÓN

BUENOS AIRES, ARGENTINA
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

**CONGRESSO
IBERO-AMERICANO**
DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÃO E EDUCAÇÃO

BUENOS AIRES, ARGENTINA
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

LAS TIC EN EL APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS: ¿QUÉ CREEN LOS ESTUDIANTES?

CÓRDOBA, F.

LAS TIC EN EL APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS: ¿QUÉ CREEN LOS ESTUDIANTES?

Francisco Javier Córdoba Gómez
Instituto Tecnológico Metropolitano
ficordob@yahoo.es

Resumen

Este trabajo hace parte de una investigación más amplia en curso sobre las creencias de los estudiantes de educación secundaria acerca de las matemáticas, su enseñanza y aprendizaje. En la investigación, mediante la aplicación de un cuestionario más amplio, uno de los factores abordados ha sido la influencia que puede tener la tecnología en el aprendizaje de las matemáticas, según lo que creen los estudiantes.

Se presentan los resultados de algunos de los ítems del cuestionario de un estudio realizado con 950 estudiantes de seis instituciones públicas de la ciudad de Medellín, Colombia. Los resultados muestran que el papel de la tecnología e Internet en el aprendizaje de las matemáticas si bien puede generar alguna motivación, no representa para los estudiantes un elemento significativo ni de alto impacto en su aprendizaje matemático largo plazo, según lo que creen, y se evidencia también una diferencia por género.

Introducción

La irrupción de las tecnologías de información y comunicación (TIC) en el ámbito educativo ha generado nuevas maneras de concebir y dirigir los procesos de aprendizaje y enseñanza. Con la llegada de estas tecnologías se han sentado diversas posturas en cuanto a su incorporación e integración curricular y a las ventajas o desventajas que podrían tener en el desempeño académico de los estudiantes. Una de las áreas en las que estas tecnologías han irrumpido con mayor fuerza es matemáticas, pues con la creación de diferentes software matemáticos (algunos de ellos libres y gratuitos como GeoGebra y Descartes, entre otros) ha surgido un interés creciente por diseñar e implementar objetos y ambientes de aprendizaje que promuevan una mejor comprensión de conceptos matemáticos y que al mismo tiempo sirvan de apoyo al trabajo en clase y motiven a los estudiantes al estudio independiente (Córdoba, Herrera y Restrepo, 2013). Tal como lo expresa Leung (2006), la incorporación de las TIC en la enseñanza de las matemáticas constituye uno de los temas más importantes en la educación matemática actual, y por tanto, es necesario que la discusión siga abierta.

Sin embargo, pareciera que el uso estos nuevos mediadores despierta en los estudiantes una motivación importante pero que no representa para ellos una vía que facilite el tránsito hacia el aprendizaje de las matemáticas de manera significativa. En otras palabras, si las creencias que un estudiante tiene acerca de las matemáticas en general son negativas, el uso de las TIC, de manera superficial y meramente instrumental, no favorece el aprendizaje matemático, según los resultados hallados en este estudio. En este mismo sentido Gómez-Chacón (2010) afirma que generar una mejor comprensión y significado matemático en los estudiantes tiene una componente

afectiva que debe ser comprendida para determinar la forma o las experiencias en las que las tecnologías se pueden utilizar para un mejor aprendizaje matemático.

Las TIC y su importancia en la educación

Pierce, Stacey & Barkatsas (2007), afirman que la tecnología ofrece nuevos enfoques para la enseñanza y por lo tanto para el aprendizaje dentro y fuera del aula. La investigación y la literatura profesional sugieren que los nuevos mediadores didácticos pueden mejorar el aprendizaje a través de canales cognitivos, metacognitivos y afectivos, nuevos y diferentes a los ya tradicionales. Por su parte Lim (2007), afirma que la principal motivación para la integración de las TIC en la educación es que promueve en los estudiantes su pensamiento constructivo y les permite al mismo tiempo trascender sus limitaciones cognitivas involucrándolos en ciertas operaciones (cognitivas) que por otros medios tal vez no hubieran podido lograr. Se favorece de esta manera el desarrollo de habilidades de orden superior tales como el diseño, la toma de decisiones y la resolución de problemas que requieren análisis, evaluación, relación entre las partes, imaginación y síntesis en un todo integrado (Lim, 2007).

Según Schibeci, Lake, Phillips, Lowe, Cummings & Miller (2008) los computadores han sido utilizados en el ámbito educativo desde 1960 y de una manera más generalizada desde 1990. Según estos autores, el aumento de ancho de banda a partir del año 2000 permitió la interacción efectiva y una mayor creación de entornos multimedia a través de la web. Al mismo tiempo, el movimiento que promovía el uso de "objetos de aprendizaje" (OA) comenzó a ganar impulso, debido en gran parte a las necesidades de los militares de los Estados Unidos para ofrecer contenidos de formación reutilizables y reorientables para su personal, independientemente del sistema utilizado. Es así como se inicia de manera intensa el uso de los OA como apoyo al aprendizaje y como una alternativa a las formas de enseñanza y aprendizaje tradicionales.

En lo que se refiere a América Latina, Claro (2010) plantea que las políticas de incorporación de las TIC en la educación han estado acompañadas de tres promesas fundamentales. La primera: los colegios prepararían a los estudiantes en las habilidades funcionales de manejo de las tecnologías para integrarse a una sociedad crecientemente organizada en torno a ellas, a lo que comúnmente se llama alfabetización digital. La segunda: los colegios permitirían disminuir la brecha digital al entregar acceso universal a computadores e Internet a los estudiantes; y la tercera: que la tecnología mejoraría el rendimiento escolar de los estudiantes al promover cambios en las estrategias de enseñanza y aprendizaje. Esta última promesa ha sido tal vez la más difícil de cumplir, lo cual se evidencia de manera directa en los resultados recientes de pruebas internacionales. En los salones de clase es claro que no sólo se trata del uso de la tecnología sino también de su apropiación y del acompañamiento permanente de los profesores para su correcta integración.

Según lo reportado por diferentes investigaciones sobre la relación que existe entre las matemáticas y la tecnología, Cretchley & Galbraith (2002, citados en Gómez-Chacón, 2010), afirman que los resultados de estos estudios han sido similares e indican que hay una débil relación entre actitudes hacia la matemática y actitudes hacia el computador (confianza y motivación) y además que las actitudes de los estudiantes en el aprendizaje matemático en contextos tecnológicos correlacionan más fuertemente con las actitudes hacia los ordenadores que con las actitudes hacia las matemáticas.

Es innegable la importancia y necesidad que las TIC tienen en la educación y su desarrollo. Sin embargo, no siempre se aprovecha al máximo el potencial de estas tecnologías, pues en el proceso de incorporación e integración que se lleva a cabo, no siempre se toman en cuenta aspectos personales como los afectivos y emocionales, entre los cuales las creencias son centrales. Gómez-Chacón (2010), a partir de un estudio de casos de aprendizaje matemático con GeoGebra, pudo constatar diferentes procesos cognitivo-emocionales que producen una evaluación positiva o negativa por parte de los estudiantes al realizar matemáticas con tecnología, es decir, el uso de la tecnología en el aprendizaje de las matemáticas no puede hacerse al margen de las creencias que ya tienen los estudiantes y de los aspectos afectivos que se dan en la relación entre estudiantes y TIC.

Contexto de estudio y metodología

La muestra seleccionada para la aplicación definitiva de los cuestionarios no fue probabilística sino que correspondió a una muestra por conveniencia e intencional. De las diez instituciones iniciales propuestas, seis de ellas aceptaron colaborar en la investigación. El estudio se realizó con 950 estudiantes de educación básica secundaria (noveno) y media (décimo y undécimo) de la ciudad de Medellín, Colombia, en seis instituciones oficiales. En la tabla 1 se muestra la distribución de estudiantes por institución, en la tabla 2 por grado y en la tabla 3 por género.

Tabla 1. Distribución de estudiantes por institución

Institución	Número de estudiantes	Porcentaje (%)
1	168	17.7
2	135	14.2
3	216	22.7
4	150	15.8
5	104	10.9
6	177	18.6
Total	950	100

Tabla 2. Distribución de estudiantes según el grado académico

Grado	Número de estudiantes	Porcentaje (%)
Noveno	321	33.8
Décimo	348	36.6
Undécimo	276	29.1
No responde	5	0.5
Total	950	100

Tabla 3. Distribución de estudiantes según género

Género	Número de estudiantes	Porcentaje (%)
Hombre	509	53.6
Mujer	439	46.2
No responde	2	0.2
Total	950	100

La distribución por edades de los estudiantes se muestra en la tabla 4.

Tabla 4. Distribución de estudiantes por edad

Edad	Número de estudiantes	Porcentaje (%)
13	5	0,5%
14	124	13,1%
15	259	27,3%
16	251	26,4%
17	204	21,5%
18	69	7,3%
19	24	2,5%
20	2	0,2%
No responde	12	1,3%
Total	950	100

La aplicación del cuestionario se hizo durante la jornada escolar, en una clase diferente a la de matemáticas y en un tiempo aproximado de 110 minutos, lo que daba tiempo suficiente para responder las preguntas. El cuestionario completo usado en la investigación más general, ha sido una adaptación, mejora y ampliación de un instrumento ya usado y validado en algunos países europeos (Diego-Mantecón, Andrews y Op't Eynde, 2007; Andrews, Diego-Mantecón, Vankúš & and Op't Eynde, 2011).

El cuestionario estaba formado por dos partes: la primera por unas preguntas de corte cualitativo y abiertas, y la segunda por un cuestionario tipo Likert, con una escala de valoración de 1 a 5 (5 Sí, siempre; 4 Sí, casi siempre; 3 Sin respuesta; 2 No, casi nunca; 1, No, nunca). Se hizo una prueba piloto a una muestra de 137 estudiantes, con características similares a los investigados en el estudio definitivo. Previamente, este cuestionario había sido sometido a revisión por parte de expertos (cuatro en total). Los resultados de la prueba piloto sirvieron para refinar el instrumento.

Como se había mencionado anteriormente, en este trabajo sólo se consideran las preguntas relacionadas con las TIC y las matemáticas.

Análisis cualitativo

Las preguntas abiertas y el análisis de los datos cuantitativos, permiten tener una visión más general y abarcadora sobre las creencias de los estudiantes y al mismo tiempo establecer relaciones que, si se tomaran solo los datos cuantitativos, no serían fácilmente identificables. Esta doble vía cuantitativa- cualitativa permite un mayor acercamiento a la realidad sobre las creencias y experiencias de los estudiantes puesto que les dan la oportunidad de expresar con más libertad e independencia sus pensamientos, permitiendo al mismo tiempo tener los insumos suficientes para elaborar instrumentos adicionales que posibiliten un estudio de mayor profundidad y alcance, como podrían ser las entrevistas y los estudios de caso.

A continuación se muestran los resultados obtenidos de las preguntas cualitativas tenidas en cuenta para este trabajo en particular.

Pregunta 1: Al escuchar la palabra matemáticas hay ciertas ideas, conceptos, imágenes, emociones o sentimientos que pueden llegar a tu mente, escribe cinco de ellos que asocies con las matemáticas.

Tabla 5. Algunos conceptos relacionados con las matemáticas según los estudiantes

Respuesta	Número de estudiantes
Números	338
Difíciles	240
Pereza	248
Operaciones (suma, resta, etc.)	188
Aburridas	163
Alegría	53
Calculadora	12

De las respuestas anteriores, se observa que conceptos como Internet, computadoras, software, etc., no están entre las evocaciones de los estudiantes. En este caso, sólo 12 estudiantes han asociado las matemáticas con la calculadora.

Pregunta 2: Determina la influencia que crees que tienen el profesor, la familia, los compañeros de clase, Internet, tu esfuerzo y dedicación y tus amigos, en el aprendizaje de las matemáticas. (Solo se consideran los resultados con respecto a Internet).

Tabla 6. Influencia de Internet en el aprendizaje de las matemáticas

Nivel de influencia	Total
Demasiado	134 (14.1%)
Mucho	239 (25.2%)
Poco	319 (33.6%)
Nada	216 (22.7%)

De manera general, el 56.3% de los estudiantes cree que Internet tiene poca o ninguna influencia en el aprendizaje de las matemáticas, frente a un 39.3% que cree que sí tiene demasiada o mucha influencia. En este caso se evidencia una diferencia considerable que muestra que para los estudiantes el uso de Internet no es un factor influyente en el aprendizaje de las matemáticas. Es de resaltar también que un porcentaje considerable de ellos, 22.7%, cree que Internet no influye de ninguna manera en el aprendizaje de las matemáticas, lo cual debe ser tenido en cuenta al momento de pensar en estrategias de cobertura de este servicio en las instituciones educativas oficiales, al menos en el contexto de este estudio.

Pregunta 3: Cuando no comprendes un tema de matemáticas, prefieres:

- a. Pedir explicación a tu profesor
- b. Buscar ayudas en Internet (videos, blogs, etc.)
- c. Pedir explicación a un compañero
- d. Pedir explicación a alguien de mi familia
- e. Consultar en libros

Tabla 7. Fuente de explicación consultada por los estudiantes

Fuente de consulta	Género		Total
	Hombre	Mujer	
Profesor	254	229	483 (50.8%)
Internet	39	17	56 (5.9%)
Compañero de clase	163	159	322 (33.9%)
Familiar	36	20	56 (5.9%)
Libros de texto	5	1	6 (0.6%)

Después del profesor (50.8%), los estudiantes dicen recurrir a un compañero de clase (33.9%) para pedir alguna explicación sobre un tema. Esto muestra que existe un alto porcentaje de ellos que no ven en el profesor una fuente de explicación que ayude a la comprensión. Las razones por las cuales esto puede suceder no se han contemplado en esta investigación, pero pueden convertirse un área de investigación futura.

Una de los aspectos a resaltar de los resultados obtenidos, tiene que ver con el bajo porcentaje de estudiantes (0.6%) que dice recurrir a los libros para comprender un tema. Si bien se podría pensar que al no recurrir a los libros, los estudiantes podrían recurrir a Internet por ejemplo, tampoco es así. El porcentaje de ellos que dice recurrir a Internet es apenas del 5.9%, lo cual hace pensar que no ven en Internet una fuente de apoyo al aprendizaje de las matemáticas.

Estas respuestas son coherentes con la influencia que los mismos estudiantes creen que tiene Internet en el aprendizaje de las matemáticas, pues el 56.3% de ellos considera que su influencia (la de Internet) es poca o ninguna. La familia tampoco representa para los estudiantes un apoyo cuando necesitan comprender algo relacionado con las matemáticas, ya que apenas un 5.9% de los estudiantes recurre a alguien de la familia en estos casos. Se observa que hay diferencias significativas por género, en el caso de Internet por ejemplo, el número de hombres que recurre a Internet como fuente de explicación es un poco más del doble que el de mujeres.

Análisis cuantitativo

Para el tratamiento y análisis de la información cuantitativa, se utilizó el programa estadístico SPSS 21. Para todas las respuestas del cuestionario definitivo (950 estudiantes) se realizó un análisis de fiabilidad usando el alfa de Cronbach, obteniendo un valor plausible de $\alpha = 0.933$, similar al obtenido por Diego-Mantecón, Andrews y Op't Eynde (2007) que reportó, para una muestra de 625 estudiantes, un $\alpha = 0.934$. Dentro del cuestionario, se agruparon los ítems por factores, y una vez depurado estadísticamente el cuestionario, el factor que incluye los factores relacionados con la tecnología mostró un alfa de Cronbach de $\alpha = 0.743$, valor aceptable para este tipo de análisis.

Del cuestionario tipo Likert, se han tomado aquellos ítems que muestran la relación entre TIC y el aprendizaje matemático. En total son ocho ítems, para los cuales se han calculado sus medias. En la tabla 8 se muestran los resultados.

Tabla 8. Resultados de los ítems relacionados con tecnología y matemáticas

	Ítem	N	Media
1	A mi profesor de matemáticas le gusta utilizar ayudas tecnológicas en las clases (computador, tablets, software de matemáticas, Internet, etc.)	935	2,24
2	Si en las clases de matemáticas se usaran más herramientas tecnológicas (computador, tablets, software de matemáticas, Internet, dispositivos móviles, etc.) habría más motivación para aprender	934	3,28
3	Mi profesor domina muy bien las herramientas tecnológicas (computador, tablets, Internet, redes sociales, facebook, twitter, equipos móviles, etc.)	927	3,13
4	Mi profesor usa redes sociales (facebook, twitter, google plus, etc.), blogs o páginas diseñadas por él mismo para apoyar el trabajo de matemáticas por fuera de clase	932	2,47
5	Si pudiera usar más tiempo el computador aprendería más fácilmente matemáticas	928	2,53
6	Aprendo más fácil matemáticas usando el computador que estudiando de los libros	932	2,61
7	El uso de computadores e Internet me ayuda a aprender mejor matemáticas	929	2,73
8	El uso del computador me puede volver más perezoso mentalmente en matemáticas	932	3.69

Del análisis de los resultados se pueden observar los siguientes aspectos:

- Para el último ítem (8), se observa que los estudiantes están más inclinados a creer que el uso del computador puede tener un efecto contraproducente en su capacidad cognitiva, lo cual puede generar una predisposición negativa
- En el ítem 2, referido a la motivación con el uso de TIC, si bien el valor medio está por encima de 3.0, no se aprecia que los estudiantes creen fuertemente que la motivación aumenta si se usaran más herramientas tecnológicas
- Con respecto al ítem 3, los estudiantes no saben o no están seguros de que su profesor domine las TIC, lo cual puede generar en ellos creencias de inutilidad o poca importancia hacia las TIC y el aprendizaje matemático
- Para los demás ítems, los valores medios están por debajo de 3.0, lo muestra una clara tendencia negativa en las creencias sobre el aprendizaje matemático favorecido por las TIC

Comentarios finales

Aunque los resultados presentados en este trabajo son parte de una investigación más amplia, es posible identificar que los estudiantes, en general, tienen creencias negativas acerca de la contribución que las TIC pueden aportar al aprendizaje de las matemáticas, en ello incide de manera importante el profesor y su formación en este ámbito. De hecho, estudiantes que tienen creencias positivas de las matemáticas en general, no ven en las TIC una posibilidad de mejorar su aprendizaje.

Un aspecto que debe ser tenido en cuenta es que al momento de integrar las TIC en el proceso de aprendizaje de las matemáticas, debe indagarse primero por las creencias que los estudiantes traen sobre las matemáticas, de tal forma que se pueda incidir de alguna manera para generar cambios en esas creencias, y así lograr que la integración de las TIC sea efectiva y no se desperdicie su inversión.

En algunas regiones de Latinoamérica, se ha instaurado como política dotar a las instituciones y a los estudiantes de herramientas tecnológicas para contribuir a mejorar la calidad educativa. Este propósito es muy valioso y necesario, pero si no se acompaña de un estudio serio y de fondo que permita identificar las creencias negativas o limitativas que los estudiantes, y la sociedad en general, tienen acerca de las matemáticas, cualquier propuesta didáctica o metodológica que se base en las TIC no será efectiva en su totalidad y los estudiantes no verán en ellas (TIC) una fuente de aprendizaje y construcción de conocimiento matemático.

Referencias bibliográficas

ANDREWS, P., DIEGO-MANTECÓN, J., VANKÚŠ, P. & OP'T EYNDE, P. (2011). "Construct consistency in the assessment of students' mathematics-related beliefs: a three-way cross-sectional pilot comparative study". *Acta Didactica Universitatis Comenianae Mathematics*.11, pág. 1-25

CLARO, M. (2010). *Impacto de las TIC en los aprendizajes de los estudiantes. Estado del arte. Documento de proyecto: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)*. Santiago de Chile: Impreso en Naciones Unidas.

CÓRDOBA, F., HERRERA, H. y RESTREPO, C. (2013). "Impacto del uso de objetos de aprendizaje en el desempeño en matemáticas de estudiantes de grado noveno". *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 2(39), pág. 47-58.

DIEGO-MANTECÓN, J., ANDREWS, P., y OP 'T EYNDE, P. (2007). Mejora y evaluación de un cuestionario de creencias de matemáticas en función de nacionalidad, edad y sexo. En M. Camacho, P. Flores & P. Bolea (Eds.), *Investigación en educación matemática. XI*, pág. 325-333.

GÓMEZ-CHACÓN, I. (2010). "Actitudes de los estudiantes en el aprendizaje de la matemática con tecnología". *ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS*. 28(2), pág. 227—244.

LEUNG, F. (2006). "The Impact of Information and Communication Technology on Our Understanding of the Nature of Mathematics". *For the Learning of Mathematics*. 26 (1), pág. 29-35

LIM, C. (2007). "Effective integration of ICT in Singapore schools: pedagogical and policy implications". *Education Tech Research Dev*. 55, pág. 83—116.

PIERCE, R., STACEY, K. & BARKATSAS, A. (2007). "A scale for monitoring students' attitudes to learning mathematics with technology". *Computers & Education*. 48, pág. 285—300.

SCHIBECI, R., LAKE, D., PHILLIPS, R., LOWE, K., CUMMINGS, R. & MILLER, E. (2008). "Evaluating the use of learning objects in Australian and New Zealand schools". *Computers & Education*. 50, pág. 271—283.