

EFFECTO DE UNA HERRAMIENTA HIPERMEDIA SOBRE LAS VARIABLES AFECTIVO-MOTIVACIONALES RELACIONADAS CON LAS MATEMÁTICAS

**(EFFECT OF A HYPERMEDIA TOOL ON THE AFFECTIVE-MOTIVATIONAL
VARIABLES RELATED TO MATHEMATICS)**

Marisol Cueli
Paloma González Castro
Celestino Rodríguez
José Carlos Núñez
Julio Antonio González Pienda
Universidad de Oviedo

DOI: 10.5944/educXX1.20211

Cómo referenciar este artículo/How to reference this article:

Cueli, M., González, P., Rodríguez, C., Núñez, J. C., y González-Pienda, J. A (2018). Efecto de una herramienta hipermedia sobre las variables afectivo-emocionales relacionadas con las matemáticas. *Educación XXI*, 21(1), 375-394, doi: 10.5944/educXX1.20211

Cueli, M., González, P., Rodríguez, C., Núñez, J. C., & González-Pienda, J. A (2018). Efecto de una herramienta hipermedia sobre las variables afectivo-emocionales relacionadas con las matemáticas. [Effect of a hypermedia tool on the affective-motivational variables related to mathematics]. *Educación XXI*, 21(1), 375-394, doi: 10.5944/educXX1.20211

RESUMEN

Uno de los condicionantes en el aprendizaje de las matemáticas son las variables afectivo-motivacionales de los estudiantes hacia esta asignatura. Así, variables como la utilidad percibida, competencia percibida, motivación intrínseca y ansiedad hacia las matemáticas juegan un papel clave en el aprendizaje de esta asignatura. Teniendo en cuenta las nuevas metodologías en la enseñanza, tales como las pizarras digitales y las aplicaciones hipermedia, en este estudio se pretende analizar el beneficio del uso de las mismas en términos de las condiciones afectivo-motivacionales mencionadas y en qué medida dichos beneficios están relacionados con los niveles afectivo-motivacionales previos. Para alcanzar este objetivo se trabajó con 425 estudiantes de quinto y sexto de Educación Primaria, quienes recibieron instrucción matemática con

el apoyo de una herramienta hipermedia. Se recogieron los niveles afectivo-motivacionales de todos los estudiantes antes y después de la intervención instruccional utilizando el Inventario de Actitud hacia las Matemáticas. Los resultados de la prueba *t de student* para muestras relacionadas mostraron diferencias estadísticamente significativas en el postest frente al pretest en las variables competencia percibida y ansiedad ante las matemáticas. Además, fueron aquellos estudiantes con bajos niveles afectivo-motivacionales previos quienes mostraron un mayor beneficio de la intervención. Estos resultados son discutidos a la luz de los resultados de la investigación pasada y se sugieren líneas de investigación futura.

PALABRAS CLAVE

Aplicación hipermedia; matemáticas; utilidad percibida; competencia percibida; motivación; ansiedad.

ABSTRACT

One of the limitations in the learning of mathematics is the affective-motivational variables of students towards this subject. Thus, variables such as perceived usefulness, perceived competence, intrinsic motivation and anxiety towards mathematics play a key role in the learning of this subject. Given the new methodologies in the teaching of mathematics such as digital whiteboards and hypermedia applications, what we pretend with this study is to analyze the benefits of those new technologies in the affective-motivational variables mentioned and if such benefits are related to the previous affective-motivational levels in these same variables. To achieve this goal we worked with 425 fifth and sixth grade students who received an intervention with a hypermedia tool. The affective-motivational levels of all students were collected before and after treatment using the Inventory of Attitudes towards Mathematics. The results of the *t Student Test* for related samples showed statistically significant differences in the post-test compared to pretest variables in perceived competence and math anxiety. In addition, the students with low prior affective-motivational levels showed greater benefit from the intervention. These results are discussed based on the conclusions of past research but future research lines are suggested.

KEY WORDS

Hypermedia application; mathematics; perceived usefulness; perceived competence; intrinsic motivation; anxiety.

INTRODUCCIÓN

Con la llegada de las nuevas tecnologías se abre un nuevo campo de investigación en el estudio de la efectividad de estos nuevos entornos de aprendi-

zaje y metodologías de enseñanza de las matemáticas (Engel y Onrubia, 2013; Kaput y Hegedus, 2007; Lazakidou y Retalis, 2010; Macias-Ferrer, 2007; Reed, Drijvers, y Kirschner, 2010). Estas herramientas deben tener en cuenta las directrices educativas y actividades necesarias para apoyar plenamente el proceso de aprendizaje (Brown, 2009; Kersaint, 2007; García-Varcárcel y Tejedor, 2012; Keengwe, Onchwari, y Wachira, 2008; Oncu, Delialioglu, y Brown, 2008; Purvis, Aspden, Bannister, y Helm, 2011; Tamar y Rivka, 2008) y, sobre todo, para favorecer, no solo la adquisición de contenidos sino también la mejora de los aspectos autorregulatorios y afectivo-motivacionales.

Entre estas nuevas tecnologías, la investigación apunta a la utilización de medios electrónicos, tales como ambientes de aprendizaje en ordenador (Computer Based-Learning Environments -CBLEs-; Azevedo, Moos, Johnson, y Chauncey, 2010), pizarras digitales (Interactive White Boards; Al-Qirim, 2011) y entornos hipermidia (Özyurt, Özyurt, Baki, Güven, y Karal, 2012). Estos nuevos recursos han generado grandes expectativas en lo que se refiere a sus beneficios sobre la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas (Andrade-Aréchiga, López, y López-Morteo, 2012; Özyurt, 2012), sobre todo, teniendo en cuenta sus efectos positivos en las variables afectivo-motivacionales claves en el aprendizaje y rendimiento académico en matemáticas, tales como la utilidad percibida, la competencia percibida, la motivación y la ansiedad (Cueli, González-Castro, Álvarez, García, y González-Piende, 2014; Dettmers *et al.*, 2011; Hintsanen *et al.*, 2012; Kim y Hodges, 2012; Lambic y Lipkowski, 2012; Walshaw y Brown, 2012). Por ejemplo, Kim y Hodges (2012), en un estudio con universitarios, investigaron el efecto de una metodología online sobre la motivación en el aprendizaje de las matemáticas, obteniendo que el grupo de tratamiento mostraba emociones más positivas de disfrute y orgullo en comparación con el grupo control, además de un mayor nivel de motivación intrínseca. En esta misma línea, Andrade-Aréchiga *et al.* (2012) observaron beneficios sobre el aprendizaje del cálculo y los aspectos motivacionales de 102 estudiantes universitarios que trabajaron con una plataforma interactiva para el aprendizaje del cálculo (PIAC). Resultados similares fueron reportados también por Walker *et al.* (2012), quienes realizaron un estudio con 1247 estudiantes, en este caso, de entre 12 y 15 años. Los resultados mostraron beneficios no solo en términos de adquisición de contenidos conceptuales, sino también a nivel comportamental y actitudinal.

Según Kopcha y Sullivan (2008), la clave de los beneficios de estas nuevas tecnologías radicaría en el control que ejerce el aprendiz sobre su aprendizaje en estos nuevos entornos. Sin embargo, estos autores observaron que tales beneficios se producían únicamente en presencia de un alto nivel de conocimientos previos, de tal manera que fueron aquellos estudiantes con un mayor nivel de conocimientos previos quienes presentaban actitudes más positivas hacia el ambiente de aprendizaje en el que ejercían un control sobre

el proceso. Uno de los condicionantes del control que ejerce el estudiante es la metodología de aprendizaje utilizada. En este sentido, Loong y Herbert (2012) establecen una fuerte relación entre el abandono escolar, la percepción del estudiante hacia la asignatura y la metodología usada para el aprendizaje. Abordar el fracaso escolar pasaría por la implementación en el aula de estrategias metacognitivas y motivacionales que no solo estén dirigidas a la presentación de una serie de contenidos y conceptos teóricos, sino también a aumentar la implicación de los estudiantes en el aprendizaje y a desarrollar un papel de agente activo en el alumno (Cerezo *et al.*, 2010; Rosário *et al.*, 2012).

Existen diferentes herramientas hipermedia dirigidas al aprendizaje de las matemáticas a través de diferentes metodologías ya sean expositivas, centradas en la enseñanza de contenidos de forma explícita (Özyurt, 2012), en el aprendizaje de procesos heurísticos (Rodríguez, Gil, García, y López, 2008) o centradas específicamente en la ejecución de actividades y tareas como la resolución de problemas matemáticos (Andrade-Aréchiga *et al.*, 2012; López-Vargas, Hederich-Martínez, y Camargo-Uribe, 2012). Sin embargo, como ya se apuntaba, en el proceso de aprendizaje deben tenerse en cuenta otros factores clave como las cuestiones afectivas y motivaciones (Hintsanen *et al.*, 2012; Lambic y Lipkovski, 2012), las cuales, pueden verse beneficiadas de la intervención con herramientas hipermedia (Dettmers *et al.*, 2011; Op'tEynde y Turner, 2006). La eficacia de estas herramientas, como se ha visto, es a su vez dependiente de algunas características de los propios estudiantes, entre las que se encuentran el nivel previo de las condiciones objeto de cambio (p.e., los conocimientos previos en el estudio de Kopcha y Sullivan, 2008). Teniendo en cuenta esto, cabe preguntarse ¿en qué medida las condiciones afectivo-motivacionales preexistentes interactúan con la efectividad de este tipo de herramientas instruccionales en el área de las matemáticas? Esta pregunta tiene interés ya que el aprendizaje de las matemáticas conlleva un deterioro progresivo en las variables afectivo-motivacionales (Bazán y Aparicio, 2006; Watt, 2000). Por ello, en este trabajo se implementa un programa de intervención, basado en el uso de las TICs para la instrucción matemática, y se analizan los datos clasificando a los estudiantes en base a su nivel pretest en las variables dependientes.

MÉTODO

Diseño y participantes

Participaron en esta investigación 425 estudiantes, 209 niñas y 216 niños, de entre 10 y 13 años de edad ($M = 11.08$, $DT = 0.718$), escolarizados en 5.º (41,6%) y 6.º (58,4%) de Educación Primaria (EP). La muestra

se obtuvo mediante un procedimiento intencional, siguiendo un muestreo por conveniencia (Casal y Mateu, 2000). Los participantes asistían a seis colegios del Principado de Asturias. Los análisis realizados con respecto a los participantes de esta investigación no mostraron diferencias estadísticamente significativas en función del género $F(8, 416) = 1,629, p = .115$; ni en función del curso $F(8, 416) = 1,405, p = 0,192$ en las variables afectivo-motivacionales objeto de estudio. Todos los estudiantes que participaron en el estudio han trabajado del mismo modo en el entorno hipermedia Hipatia.

Instrumentos

Las variables dependientes en este estudio fueron la utilidad percibida, la competencia percibida, la motivación intrínseca y la ansiedad ante las matemáticas, evaluadas mediante las subescalas correspondientes del Inventario de Actitud hacia las Matemáticas, IAM (González-Pianda *et al.*, 2012). El IAM es una adaptación de la escala de evaluación de actitudes hacia las matemáticas (FSS), de Fennema y Sherman (1978). Cada una de estas dimensiones fue evaluada mediante cuatro ítems: utilidad percibida (ej., veo las matemáticas como una asignatura que raramente voy a utilizar en mi vida adulta); competencia percibida (ej., creo que podría dominar incluso las matemáticas más difíciles); motivación intrínseca (ej., cuando me encuentro con un problema de matemáticas que no puedo resolver inmediatamente, sigo trabajando en él hasta que lo resuelvo); y ansiedad ante las matemáticas (ej., los exámenes de matemáticas me asustan). Los ítems que conforman el inventario están formulados de forma positiva y negativa. La modalidad de respuesta es tipo Likert: falso (1), bastante falso (2), a medias (3), bastante cierto (4), totalmente cierto (5). La fiabilidad de las medidas analizada a través del alfa ordinal resultó satisfactoria: utilidad percibida ($\alpha = .834$), competencia percibida ($\alpha = .890$), motivación intrínseca ($\alpha = .847$) y ansiedad ante las matemáticas ($\alpha = .856$).

Programa de intervención

La aplicación hipermedia empleada en el proceso de intervención fue Hipatia (Cueli, González-Castro, Krawec, Núñez, y González-Pianda, 2016), la cual está dirigida a favorecer la mejora o el incremento de las habilidades de autorregulación de los estudiantes y la adquisición de competencias matemáticas específicas. Además, debido a la naturaleza de la herramienta, una de las metas de Hipatia es mejorar las variables afectivo-motivacionales de los estudiantes hacia las matemáticas.

El diseño de la herramienta, se estableció en un espacio web, al que tanto los estudiantes como el profesorado podían acceder fácilmente desde el ordenador personal (en casa o en el colegio) o desde la pizarra digital. En este espacio (www.institutouria.es/hyp), la herramienta ofrece diferentes contenidos (lugares geométricos, ángulos, polígonos, áreas, etc.) adaptados a las competencias de 5.º y 6.º de EP. Todos estos temas siguen la misma rutina de aprendizaje y están divididos en 10 secciones, en las que aparecen las diferentes actividades que incluyen conceptos teóricos, ejercicios prácticos y resolución de problemas matemáticos. Para la realización de estas actividades el programa cuenta con varias herramientas, siendo las tres principales el lápiz, bolígrafo y goma o borrador (además de la calculadora, compás, herramientas para la realización de rectas paralelas, perpendiculares,...). El lápiz permite a los estudiantes escribir y llevar a cabo las operaciones, mientras que el bolígrafo les permite señalar o resaltar datos. Los estudiantes usan estas herramientas para llevar a cabo las actividades solicitadas, operar para resolver un problema, realizar un esquema y/o buscar estrategias de resolución.

El fundamento teórico de Hipatia se basa en el modelo de autorregulación de Zimmerman (2000, 2008, 2011), en base al cual, los estudiantes autorregulados dirigen su aprendizaje a través de la puesta en práctica de una serie de estrategias, activando y modificando sus procesos cognitivos, metacognitivos y comportamentales, antes, durante y después de que el aprendizaje tenga lugar y siguiendo las fases de planificación, ejecución y evaluación del proceso. En este sentido, en Hipatia, los temas se exponen en base a la siguiente dinámica. En primer lugar, se presenta un concepto a través de un ejemplo (activando así los conocimientos previos), se desarrolla el contenido de forma simple y progresivamente se va aumentando el grado de dificultad (potenciación de la fase autorregulatoria de planificación). Ello es además relevante teniendo en cuenta que las habilidades matemáticas evolucionan de una manera jerárquica e integradora (Kikas, Peets, Palu, y Afanasjev, 2009; Olkun, Altun, y Deryakulu, 2009). En segundo lugar, una vez adquirido el conocimiento, este se pone en práctica a través de diferentes actividades. En la ejecución de estas actividades, el alumnado y el profesorado tienen la posibilidad de cambiar los datos numéricos de los problemas, con lo que se multiplican el número de actividades que el estudiante puede realizar para consolidar el aprendizaje. Este proceso de ejecución está permanentemente guiado a través de instrucciones, «pistas de resolución» y recordatorios de información teórica necesaria para la resolución correcta ya que, siguiendo a Swanson (1999) y Kroesbergen y van Luit (2003), las dos prácticas de enseñanza en matemáticas con mejores resultados son la instrucción directa y las estrategias cognitivas de autorregulación y control. Finalmente, en tercer lugar, todos los temas cuentan con un último apartado resumen en el que se recogen las ideas principales trabajadas facilitando

así el proceso de autoevaluación y monitorización del aprendizaje. Todo el proceso de trabajo sobre los contenidos matemáticos (presentación de la información, realización de práctica y evaluación de la misma) se desarrolla bajo los principios del aprendizaje autorregulado en el sentido de que para cada secuencia de aprendizaje se abordan las tres fases propias del modelo sociocognitivo (planificar, ejecutar y evaluar).

Este desarrollo de la herramienta basado en el modelo sociocognitivo de autorregulación, pretende a su vez favorecer los aspectos afectivo-motivacionales relacionados con el aprendizaje de las matemáticas. Autores como González, Valle, Suárez y Fernández (2000) han revelado la estrecha relación existente entre el componente afectivo-motivacional y la autorregulación de los estudiantes. Por ello, con Hipatia se pretende mejorar no solo la competencia matemática, sino también los aspectos afectivo-motivacionales a través de la estrategia de autorregulación. En este sentido, en Hipatia, durante el proceso de aprendizaje, se guía al estudiante en la realización de las tareas, facilitando su ejecución correcta con objeto de mejorar la competencia percibida del estudiante. Además, se basa en tareas y actividades de la vida real que incrementan la utilidad percibida sobre la propia asignatura. El proceso es rutinario, siempre se realiza de la misma manera lo que unido a la posibilidad de obtener «ayudas» durante la realización de las tareas, facilita la disminución de la ansiedad del estudiante. El programa proporciona un feedback inmediato al estudiante una vez que realiza cada paso de la tarea, lo cual favorece los aspectos motivacionales al tratarse de un refuerzo contingente e inmediato (Martínez-Berruezo y García-Varela, 2013). Finalmente, a diferencia de la enseñanza habitual, en Hipatia es el propio estudiante quien marca el ritmo de aprendizaje al tener el control sobre la secuencia en la que progresivamente se amplía un concepto o se presentan ideas nuevas.

Aunque Hipatia contiene diferentes temas del currículo de 5.º y 6.º de EP, en el presente estudio se aplicó el tema de *lugares geométricos* que incluyó diferentes conceptos (circunferencia, círculo, corona circular, mediatriz, bisectriz, puntos equidistantes de una recta y lugares geométricos en el espacio).

Procedimiento

Una vez obtenida la autorización de los directores de las escuelas y el consentimiento de los padres y/o tutores de los estudiantes, se realizó la recogida de la información pretest en una sesión de clase (aproximadamente 50 minutos). La participación del alumnado fue voluntaria, teniendo presente en todo momento la total garantía de confidencialidad de los datos.

Tras la realización de la evaluación pretest, se procedió a la aplicación del programa de intervención en seis centros educativos, durante el mes de mayo del curso 2012/2013, a razón de tres horas por semana. La selección de los centros se realizó mediante un procedimiento intencional basado en la disponibilidad y accesibilidad de los mismos.

El profesor encargado de la asignatura de matemáticas en cada centro fue quien llevó a cabo la implementación de la intervención y el seguimiento del trabajo del alumnado. Todos los profesores recibieron el mismo entrenamiento en el manejo de Hipatia y en la secuencia de trabajo a seguir en el tema seleccionado. Un día por semana un investigador se trasladó a cada uno de los centros con el fin de controlar el proceso de aplicación seguido por cada uno de los profesores asegurándose, de esta forma, del cumplimiento de las pautas establecidas para la intervención con la herramienta. Una vez finalizada la intervención se realizó la evaluación postest. Los dos momentos de evaluación se llevaron a cabo a través de una plataforma web a la que cada estudiante accedía con su usuario y contraseña y cumplimentaba los instrumentos de evaluación indicados.

Análisis de los datos

El análisis de las diferencias entre el pretest y el postest en las cuatro variables dependientes fue realizado mediante la prueba *t* de Student para muestras relacionadas. La subdivisión de los estudiantes según los niveles mostrados en las medidas pretest de cada una de las cuatro variables dependientes se realizó utilizando como referencia los puntos correspondientes a los percentiles 33 y 66. A los estudiantes con puntuaciones igual o inferior al percentil 33 se les denominó «bajo», a los que estaban entre 33 y 66 se les denominó «medio» y a los que puntuaron por encima del percentil 66 se les denominó «alto». Una vez conformados los tres grupos, se analizó el cambio entre el pretest y el postest en cada variable dependiente. Para el cálculo del tamaño de las diferencias, y su valoración, se utilizó el criterio establecido en el trabajo clásico de Cohen (1988), en base al cual, el tamaño de las diferencias es pequeño cuando $d \geq .20$, es medio cuando $d \geq .50$, y es grande si $d \geq .80$.

RESULTADOS

A continuación, en la Tabla 1 se muestran los estadísticos descriptivos (media, desviación típica, asimetría, curtosis y *Z* de Kolmogorov-Smirnov) de las variables incluidas en el estudio. Previo al análisis de diferencias pretest-postest, se examinó si las variables mostraban una distribución normal.

Si bien la prueba de Kolmogorov-Smirnov indicó que las variables del estudio no seguían una distribución normal, los valores de asimetría y curtosis sí se ajustaban a distribuciones suficientemente normales.

Tabla 1
Medias, desviaciones típicas, asimetría, curtosis y prueba de Kolmogorov-Smirnov para las cuatro variables dependientes antes y después de la intervención

	<i>Pretest</i>					<i>Postest</i>				
	<i>M</i>	<i>DT</i>	<i>Asimet</i>	<i>Kurtos</i>	<i>Z de K-S</i>	<i>M</i>	<i>DT</i>	<i>Asimet</i>	<i>Kurtos</i>	<i>Z de K-S</i>
<i>Utilidad percibida</i>	4,021	0,996	-1,151	0.541	3.876	4.088	0,915	-1,274	1.350	3.295
<i>Competencia percibida</i>	4,182	0,785	-1,679	3.225	4.026	4.273	0,633	-1,656	4.239	4.323
<i>Motivación intrínseca</i>	3,473	0,923	-0,380	-0.363	1.618	3.501	0,814	-0,326	0.106	1.856
<i>Ansiedad ante matemáticas</i>	2,212	0,990	0,741	-0.147	2.695	2.092	0,876	0,870	0.350	2.730

Nota: M= Media; DT= Desviación típica; Asimet= Asimetría; Kurtos= Kurtosis; Z de K-S= Z de Kolmogorov-Smirnov.

Comparación intra-grupo de medias globales (pretest-postest)

Los resultados aportados por los análisis *t*, mostraron diferencias estadísticamente significativas entre el pretest y el postest en las variables *competencia percibida* y *ansiedad ante las matemáticas*, aunque el tamaño de las diferencias fue muy pequeño (ver Tabla 2). El examen de las medias entre ambos momentos indicó que, tras la intervención, la competencia percibida de los estudiantes para las matemáticas se incrementó, mientras que la ansiedad disminuyó. Sin embargo, no se observaron diferencias estadísticamente significativas intra-grupo en las otras dos variables dependientes (*utilidad percibida* y *motivación intrínseca*).

Tabla 2
Comparaciones intra-grupo (pretest-postest) para las cuatro variables dependientes

	Pretest		Postest		<i>t</i>	<i>p</i>	<i>d</i>
	<i>M</i>	<i>DT</i>	<i>M</i>	<i>DT</i>			
Utilidad Percibida	4.021	0,996	4.088	0,915	-1.184	.237	0,08
Competencia Percibida	4.182	0,785	4.273	0,633	-2.333	.026	0,16
Motivación Intrínseca	3.473	0,923	3.501	0,814	-7.39	.461	0,51
Ansiedad ante las matemáticas	2.212	0,990	2.092	0,876	2.647	.008	0,18

Comparaciones intra-grupo en función de los niveles del pretest

Los resultados obtenidos cuando se realizaron los análisis de diferencias para cada grupo según el nivel pretest se muestran en la Tabla 3 y en la Figura 1.

Tabla 3
Diferencias intra-grupo (pretest-postest) en las cuatro variables dependientes para los tres niveles en el pretest

		Pretest	Postest	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>d</i>
		<i>M(DT)</i>	<i>M(DT)</i>			
Utilidad percibida	Baja (n= 129)	2.777 (0,826)	3.728 (0,877)	-8.739	.000	1,09
	Media (n = 149)	4.206 (0,215)	4.109 (0,817)	1.411	.160	0,16
	Alta (n= 147)	4.925 (0,114)	4.384 (0,937)	7.006	.000	0,82
Competencia percibida	Baja (n= 99)	3.037 (0,761)	3.898(0,784)	-7.127	.000	1,02
	Media (n= 112)	4.41 (0,122)	4.126 (0,583)	0.443	.658	0,06
	Alta (n= 214)	4.729 (0,210)	4.524(0,446)	6.678	.000	0,65
Motivación intrínseca	Baja (n= 137)	2.414 (0,549)	2.926 (0,717)	-7.188	.000	0,87
	Media (n= 134)	3.462 (0,255)	3.400 (0,638)	1.114	.267	0,14
	Alta (n= 154)	4.425 (0,351)	4.100 (0,599)	7.156	.000	0,82
Ansiedad ante las matemáticas	Baja (n = 146)	1.219 (0,217)	1.570 (0,632)	-6.715	.000	0,79
	Media(n= 113)	1.984 (0,183)	1.992 (0,712)	-0.117	.907	0,02
	Alta(n = 166)	3.241 (0,697)	2.620 (0,867)	7.856	.000	0,86

Nota. Puntuaciones cercanas a 1 indican baja utilidad/competencia/motivación/ansiedad mientras que puntuaciones cercanas a 5 indican alta utilidad/competencia/motivación/ansiedad.

Los datos obtenidos mostraron una tendencia semejante en las cuatro variables dependientes. En primer lugar, se observó que cuando los alumnos tienen un nivel bajo en utilidad percibida, competencia percibida, motivación intrínseca y ansiedad ante las matemáticas, después de la intervención los niveles de las cuatro variables se incrementaron muy significativamente, con un gran tamaño de las diferencias, especialmente en el caso de la competencia y utilidad percibida de las matemáticas. Por otra parte, también ocurrió un cambio estadísticamente significativo (con un tamaño de las diferencias grande o medio) en las cuatro variables dependientes cuando el nivel de partida, previo a la intervención, era alto o muy alto (p.e., en utilidad percibida y competencia percibida casi era de media 5, ver Tabla 3, y de 4,5 para motivación intrínseca), pero en este caso los niveles del postest fueron menores que el pretest. Por tanto, los datos reflejaron que después de la intervención los alumnos bajaron significativamente sus niveles de competencia percibida, utilidad percibida, motivación intrínseca y ansiedad ante las matemáticas. Finalmente, cuando los alumnos partían de niveles medios en las variables dependientes, después de la intervención no se observó ningún cambio estadísticamente significativo.

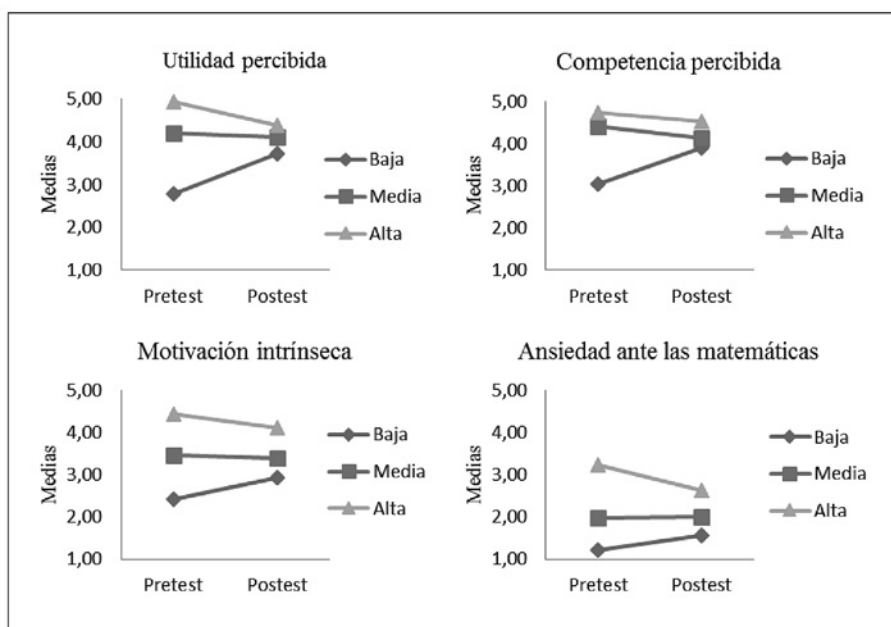


Figura 1. Medias en pretest y postest de las variables dependientes (utilidad percibida, competencia percibida, motivación intrínseca y ansiedad ante las matemáticas) en función de las puntuaciones en el pretest

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Con la realización del presente trabajo se pretendió analizar el impacto de un programa instruccional basado en el aprendizaje mediante recursos multimedia sobre algunas condiciones afectivo motivacionales relacionadas con el aprendizaje de las matemáticas. Mediante un diseño de grupo experimental con pretest y postest se compararon las medias antes y después de la intervención con Hipatia respecto de las cuatro variables dependientes (utilidad percibida, competencia percibida, motivación y ansiedad). Los resultados indicaron que (a) cuando no se tiene en cuenta el nivel de partida de los alumnos en tales variables afectivo-motivacionales, el trabajo con recursos como Hipatia puede parecer poco efectivo (en la presente investigación el cambio únicamente se observó en competencia percibida y ansiedad, siendo casi despreciable el tamaño de las diferencias); (b) cuando se tiene en cuenta el nivel de partida (pretest), los cambios fueron notables para las cuatro variables dependientes: los alumnos con niveles iniciales bajos y altos mejoraron muy significativamente en las cuatro variables (tamaño de las diferencias grande), los bajos mejorando y los altos decreciendo; mientras que los alumnos con niveles medios se mantuvieron sin cambios en todas las variables dependientes.

Teniendo en cuenta los tres niveles pretest en las variables afectivo-motivacionales de los que se partía, se puede hablar de un mismo patrón, en base al cual, los estudiantes con niveles bajos en las cuatro variables (baja utilidad percibida/competencia percibida/motivación/ansiedad), mostraron tras la intervención mayor utilidad percibida, competencia percibida y motivación junto con menor ansiedad. La herramienta resultó por tanto beneficiosa en este grupo de estudiantes. La guía permanente a lo largo del proceso de aprendizaje que aparece en Hipatia junto con el feedback inmediato y contingente, los ejercicios basados en situaciones reales y la rutina de aprendizaje que se establece parecen haber resultado aspectos claves en el incremento de estas variables. A diferencia de la enseñanza habitual, el trabajo con la herramienta es un trabajo personalizado con un seguimiento individualizado del proceso de aprendizaje. El ritmo de aprendizaje se ajusta al ritmo del estudiante que inicia los contenidos teóricos de forma progresiva y sucesivamente amplía estos contenidos una vez que los primeros ya han sido adquiridos. El avance lo dirige el propio estudiante que en este entorno tiene el control sobre el proceso y actúa realmente como agente activo en su aprendizaje (Cerezo *et al.*, 2010; Rosário *et al.*, 2012).

Por otra parte, mientras que el grupo que partía de niveles medios no presentó cambios tras la intervención, los estudiantes con niveles altos en las variables dependientes mostraron puntuaciones más bajas en estas variables, lo que reflejaría en todo caso que el programa ha permitido ajustar

sus percepciones a la realidad. Puntuaciones extremas en estas variables como la competencia percibida pueden llevar a situaciones de aprendizaje poco enriquecedoras en las que el estudiante es conocedor del valor de la asignatura (utilidad percibida) y se considera muy capaz de realizarla con éxito por lo que se siente motivado y poco ansioso; sin embargo esta situación aparentemente ideal lleva al estudiante en muchos casos a disminuir su trabajo y dedicación hacia la asignatura. Los estudiantes con variables afectivo-motivacionales más positivas no necesariamente son los que presentarían un mejor rendimiento en la asignatura, entendido este como proceso y no como resultado o calificación final. En este sentido, serían los estudiantes con niveles medios quienes presentarían una mejor predisposición afectivo-motivacional hacia el aprendizaje. La autoeficacia excesiva, por ejemplo, puede resultar en una sobrestimación de las capacidades propias y tornarse por lo tanto, disfuncional para el éxito académico (Contreras *et al.*, 2005; Pajares, 1996).

El ejemplo más claro de la mejora en los tres grupos se encuentra en la variable ansiedad ante las matemáticas. En aquellos que presentaban una alta ansiedad, esta disminuye tras la intervención, pero en aquellos que no presentaban ansiedad ésta aumenta ligeramente de forma significativa mientras que el grupo con una ansiedad media mantiene sus niveles. Ello resulta beneficioso teniendo en cuenta la relación de «U» invertida establecida por Yerkes y Dodson (1908) entre la ansiedad y el rendimiento, de tal manera que son los niveles medios de ansiedad los que llevan a un rendimiento óptimo. De esta forma, resulta positivo tanto que aquellos estudiantes que presentaban una ansiedad alta disminuyan estos niveles, como que aquellos que no presentaban ansiedad, alcancen igualmente niveles intermedios y, sobre todo, que quienes presentaban ya niveles medios (buenos) se mantengan sin mostrar diferencias.

Teniendo en cuenta estos resultados, una de las implicaciones educativas más significativas que se puede extrapolar es la necesidad de llevar a cabo intervenciones adaptadas a los niveles previos de los estudiantes, no solo conceptuales sino también afectivo-motivacionales. Tener en cuenta el punto del que parten los estudiantes favorecerá una evolución lo más positiva posible que permita al estudiante alcanzar niveles óptimos de cara a afrontar el proceso de aprendizaje con éxito. En definitiva, es necesario ajustar las metodologías de trabajo y, sobre todo, en las herramientas y entornos hipermedia, a las características de los estudiantes. De esta manera, las intervenciones no serán aisladas, sino que partirán del perfil del estudiante y ello resultará en un mayor beneficio para el mismo (Rosario *et al.*, 2010).

En todo caso, conviene señalar tres limitaciones de esta investigación que podrían afectar a las conclusiones extraídas de la misma. En primer

lugar, aunque todo el profesorado recibió la misma intervención podría darse un efecto diferencial en la aplicación en cada clase particular. Con el fin de paliar este efecto, sería necesario tener en cuenta un registro exhaustivo y establecido de cada sesión de intervención que permitiría realizar un protocolo de fidelización de la intervención. En segundo lugar, no todos los estudiantes presentan el mismo nivel de conocimientos previos en el manejo de instrumentos informáticos como el ordenador o la pizarra digital, de lo cual se puede derivar un posible efecto de los conocimientos previos en este caso, relacionados con el manejo del material. Finalmente, en tercer lugar, dada la ausencia de un grupo comparativo, no se ha tenido en cuenta el efecto diferencial de la intervención en comparación con la metodología de trabajo tradicional. Además, tampoco se ha relacionado el contenido seleccionado (lugares geométricos) sobre las dimensiones de la actitud examinadas siendo este un aspecto relevante a tener en cuenta en futuros trabajos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado gracias a la financiación del proyecto I+D+i (EDU2010-19798), y a una beca de Ministerio de Ciencia e Innovación (BES-2011-045582).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmed, W., Minnaert, A., Kuyper, H., & Van der Werf, G. (2012). Reciprocal relationships between math self-concept and math anxiety. *Learning and Individual Differences*, 22(3), 385-389.
- Al-Qirim, N. (2011). Determinants of interactive white board success in teaching in higher education institutions. *Computers & Education*, 56(3), 827-838. doi: 10.1016/j.lindif.2011.12.004
- Andrade-Aréchiga, M., Lopez, G., & Lopez-Morteo, G. (2012). Assessing effectiveness of learning units under the teaching unit model in an undergraduate mathematics course. *Computers & Education*, 59(2), 594-606. doi: 10.1016/j.compedu.2012.03.010
- Azevedo, R., Moos, D. C., Johnson, A. M., & Chauncey, A. D. (2010). Measuring cognitive and metacognitive regulatory processes during hypermedia learning: Issues and challenges. *Educational Psychologist*, 45(4), 210-223. doi: 10.1080/00461520.2010.515934
- Bazán, L., y Aparicio, A. S. (2006). Las actitudes hacia la matemática-estadística dentro de un modelo de aprendizaje. *Revista de Educación*, 15(28), 7-20.
- Brown, G. (2009). *Review of education in mathematics, data science and quantitative disciplines*. Australia: Report to the Group of Eight Universities.
- Casal, J., y Mateu, E. (2003). Tipos de muestreo. *Revista de Epidemiología y Medicina preventiva*, 1, 3-7.
- Cerezo, R., Núñez, J. C., Rosário, P., Valle, A., Rodríguez, S., & Bernardo, A. (2010). New media for the promotion of self-regulated learning in higher education. *Psicothema*, 22(2), 306-315.
- Contreras, F., Espinosa, J. C., Esguerra, G., Haikal, A., Polanía, A., y Rodríguez, A. (2005). Autoeficacia, ansiedad y rendimiento académico en adolescentes. *Perspectivas de Psicología*, 1(2), 183-194.
- Cueli, M., González-Castro, P., Álvarez, L., García T., y González-Piende, J. A. (2014). Variables afectivo-motivaciones y rendimiento en matemáticas: Un análisis bidireccional. *Revista Mexicana de Psicología*, 31(2), 153-163.
- Cueli, M., González-Castro, P., Krawec, J., Núñez, J. C., & González-Piende, J. A. (2016). Hipatia: a hypermedia learning environment in mathematic. *Anales de Psicología*, 32(1), 98-105. doi: <http://dx.doi.org/10.6018/analesps.32.1.185641>
- Dettmers, S., Trautwein, U., Lüdtke, O., Goetz, T., Frenzel, A., & Pekrun, R. (2011). Students' emotions during homework in mathematics: Testing a theoretical model of antecedents and achievement outcomes. *Contemporary Educational Psychology*, 36(1), 25-35. doi: 10.1016/j.cedpsych.2010.10.001
- Engel, A., y Onrubia, J. (2013). Estrategias discursivas para la construcción colaborativa del conocimiento en entornos virtuales de aprendizaje. *Cultura y Educación*, 25(1), 77-94. doi: 10.1174/113564013806309082
- Fennema, E., & Sherman, J. A. (1978). Sex-related differences in mathematics achievement and related factors: A further study. *Journal for Research in Mathematics Education*, 9(3), 189-203.
- García-Varcárcel, A., y Tejedor, F. J. (2012). Variables TIC vinculadas a la generación de nuevos escenarios de aprendizaje en la enseñanza universitaria. Aporte de las curvas Roc para

- el análisis de diferencias. *Educación XX1*, 14(2), 43-78.
- González, R., Valle, A., Suárez, J. M., y Fernández, A. (2000). Diferencias en los componentes cognitivo y afectivo-motivacional entre distintos niveles de aprendizaje autorregulado en estudiantes universitarios. *Bordon: Revista de Pedagogía*, 52(4), 537-554.
- González-Piendá, J. A., Fernández-Cueli, M., García, T., Suárez, N., Tuero-Herrero, E., y Da Silva, E. H. (2012). Diferencias de género en actitudes hacia las matemáticas en la enseñanza obligatoria. *Revista Iberoamericana de Psicología y Salud*, 3(1), 55-73.
- Hintsanen, M., Alatupa, S., Jokela, M., Lipsanen, J., Hintsu, T., & Leino, M. (2012). Associations of temperament traits and mathematics grades in adolescents are dependent on the rater but independent of motivation and cognitive ability. *Learning and Individual Differences*, 122(4), 490-497. doi: 10.1016/j.lindif.2012.03.006
- Kaput, J., & Hegedus, S. (2007). Technology becoming infrastructural in mathematics education. In R. Lesh, E. Hamilton, y J. Kaput (Eds.), *Proceedings of the foundations for the future in mathematics and science* (pp. 173-192). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Keengwe, J., Onchwari, G., & Wachira, P. (2008). The use of computer tools to support meaningful learning. *Association for the Advancement of Computing in Education Journal*, 16(1), 77-92.
- Kersaint, G. (2007). Toward technology integration in mathematics education: a technology-integration course planning assignment. *Contemporary Issues in Technology and Teacher*, 7(4), 256-278.
- Kikas, E., Peets, K., Palu, A., & Afanasjev, J. (2009). The role of individual and contextual factors in the development of math skills. *Educational Psychology*, 29, 541-560. doi: <http://dx.doi.org/10.1080/01443410903118499>.
- Kim, C., & Hodges, C. B. (2012). Effects of an emotion control treatment on academic emotions, motivation and achievement in an online mathematics course. *Instructional Science*, 40(1), 173-192. doi: 10.1007/s11251-011-9165-6
- Kopcha, T. J., & Sullivan, H. (2008). Learner Preferences and Prior Knowledge in Learner-Controlled Computer-Based Instruction. *Educational Technology Research and Development*, 56(3), 265-286. doi: 10.1007/s11423-007-9058-1
- Kroesbergen, E. H., y Van Luit, J. E. H. (2003). Mathematics interventions for children with special educational needs. *Remedial and Special Education*, 24(2), 97-114. doi: 10.1177/07419325030240020501
- Lambic, D., & Lipkovski, A. (2012). Measuring the influence of students' attitudes on the process of acquiring knowledge in mathematics. *Croatian Journal of Education-Hrvatski Casopis za Odgoji Obrazovanje*, 14(1), 187-205.
- Lazakidou, G., & Retalis, S. (2010). Using computer supported collaborative learning strategies for helping students acquire self-regulated problem-solving skills in mathematics. *Computers & Education*, 54(1), 3-13. doi: 10.1016/j.compedu.2009.02.020
- Loong, E. Y. K., & Herbert, S. (2012). Student perspectives of Web-based mathematics. *International Journal of Educational Research*, 53, 117-126. doi: 10.1016/j.ijer.2012.03.002

- López-Vargas, O., Hederich-Martínez, C., y Camargo-Uribe, A. (2012). Logro de aprendizaje en ambientes hipermediales: andamiaje autorregulador y estilo cognitivo. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 44(2), 13-26. doi: <http://dx.doi.org/10.14349/rfp.v44i2.1028>
- Macías-Ferrer, D. (2007). Las nuevas tecnologías y el aprendizaje de las matemáticas. *Revista Iberoamericana de Educación*, 42(4), 1-17.
- Martínez-Berrueto, M., & García-Varela, A. (2013). Analysis of the impact of virtualization on motivation in first-year teaching students. *Revista de Educación*, 362, 42-68. doi: 0.4438/1988-592X-RE-2011-362-152
- Olkun, S., Altun, A., & Deryakulu, D. (2009). Development and evaluation of a case-based digital learning tool about children's mathematical thinking for elementary school teachers. *European Journal of Teacher Education*, 32(2), 151-165.
- Oncu, S., Delialioğlu, O., y Brown, C. (2008). Critical components for technology integration: how do instructors make decisions? *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 27(1), 19-46.
- Op'tEynde, P., & Turner, J. (2006). Focusing on the complexity of emotion issues in academic learning: A dynamical component systems approach. *Educational Psychology Review*, 18(4), 361-376. doi:10.1007/s10648-006-9031-2.
- Özyurt, H. (2012). Implementation and evaluation of a web based mathematics teaching system enriched with interactive animations for the probability unit. *Energy Education Science and Technology Part b-social and Educational Studies*, 4(3), 1167-1180.
- Özyurt, O., Özyurt, H., Baki, A., Güven, B., & Karal. (2012). Evaluation of an adaptive and intelligent educational hypermedia for enhanced individual learning of mathematics: A qualitative study. *Expert Systems with Applications*, 39(15), 12092-12104. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2012.04.018>
- Pajares, F. (1996). Self-efficacy beliefs in Academic Settings. *Review of educational research*, 66(4), 543-578.
- Purvis, A., Aspden, L., Bannister, P., & Helm, P. (2011). Assessment strategies to support higher level learning in blended delivery. *Innovations in Education and Teaching International*, 48(1), 91-100. doi: 10.1080/14703297.2010.543767
- Reed, H., Drijvers, P., & Kirschner, P. (2010). Effects of attitudes and behaviors on learning mathematics with computer tools. *Computers & Education*, 55(1), 1-15. doi: 10.1016/j.compedu.2009.11.012
- Rodríguez, R., Gil, A. B., García, F. J., & López, R. (2008). SHARP Online: An Adaptive Hypermedia System Applied to Mathematical Problem Solving. *Journal of Universal Computer Science*, 14(19), 3099-3113.
- Rosario, P., González-Pienda, J. A., Ce-rezo, R., Pinto, R., Ferreira, P., Abilio, L., y Olimpia, P. (2010). Eficacia del programa «(Des)venturas de Testas» para la promoción de un enfoque profundo de estudio. *Psicothema*, 22(4), 828-834.
- Rosario, P., Lourenço, A., Olímpia-Paiva, M., Núñez, J. C., González-Pienda, J. A., y Valle, A. (2012). Autoeficacia y utilidad percibida como condiciones necesarias para un aprendizaje académico autorregulado. *Anales de Psicología*, 28(1), 37-44

- Swanson, H. L. (1999). Instructional components that predict treatment outcomes for student with learning disabilities: Support for a combined strategy and direct instruction model. *Learning Disabilities Research and Practice*, 14(3), 129-140. doi: 10.1207/sldrp1403_1
- Tamar, L., & Rivka, W. (2008). Teachers' views on factors affecting effective integration of information technology in the classroom: developmental scenery. *Journal of Technology and Teacher Education*, 16(2), 233-263.
- Walker, A., Recker, M., Ye, L., Robertshaw, M. B., Sellers, L., & Leary, H. (2012). Comparing technology-related teacher professional development designs: a multilevel study of teacher and student impacts. *Educational technology research and development*, 60(3), 421-444. doi: 10.1007/s11423-012-9243-8.
- Walshaw, M., & Brown, T. (2012). Affective productions of mathematical experience. *Educational Studies in Mathematics*, 80(1), 185-199. doi: 10.1007/s10649-011-9370-x.
- Watt, H. M. G., (2000). Measuring attitudinal change in mathematics and English over 1st year of junior high school: A multidimensional analysis. *The Journal of Experimental Education*, 68(4), 331- 361.
- Yerkes R. M., & Dodson, J. D. (1908). The relation of strength of stimulus to rapidity of habit-formation. *Journal of Comparative Neurology and Psychology*, 18(5), 459-482. doi: 10.1002/cne.920180503
- Zimmerman, B. J. (2000). Attaining self-regulation: A social cognitive perspective. In M. Boekaerts, P. R. Pintrichy M. Zeidner (Eds.), *Handbook of self-regulation* (pp. 13-40). San Diego, California: Academic Press.
- Zimmerman, B. J. (2008). Goal setting: A key proactive source of academic self-regulation. In D. H. Schunsky & B. J. Zimmerman (Eds.), *Motivation and self-regulated learning. Theory, research and applications* (pp. 267-295). New York: Lawrence Erlbaum Associates.
- (2011). Motivational sources and outcomes of self-regulated learning and performance. In B. J. Zimmerman & D. H. Schunk (Eds.), *Handbook of self-regulation of learning and performance* (pp. 49-64). New York: Routledge.

PERFIL ACADÉMICO Y PROFESIONAL DE LOS AUTORES

Marisol Cueli. Doctora en Psicología y Profesora Ayudante Doctor en el área de Psicología Evolutiva y de la Educación de la Universidad de Oviedo. Su línea de investigación está centrada en las dificultades de aprendizaje de las Matemáticas y los entornos virtuales de aprendizaje.

Paloma González-Castro. Doctora en Psicología. Profesora Titular en el área de Psicología Evolutiva y de la Educación de la Universidad de Oviedo y directora del Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad de Oviedo. Su principal línea de investigación se centra en el TDAH y las dificultades de aprendizaje.

Celestino Rodríguez. Doctor en Psicología y Ciencias de la Educación. Profesor Contratado Doctor en el área de Psicología Evolutiva y de la Educación de la Universidad de Oviedo y Vicedecano en la Facultad de Formación del Profesorado y Educación. Su principal línea de investigación se centra en el TDAH y en las dificultades de aprendizaje.

José Carlos Núñez. Catedrático de Psicología y director del Departamento de la facultad de Psicología de la Universidad de Oviedo. Su principal línea de investigación se centra en las dificultades de aprendizaje y en los procesos de autorregulación.

Julio Antonio González-Pienda. Catedrático de Psicología de la Universidad de Oviedo, Vicerrector de Profesorado y miembro vitalicio de la Academia Internacional de Investigación en Dificultades de Aprendizaje, con sede en Michigan (Estados Unidos).

Dirección de los autores: Marisol Fernández Cueli
Universidad de Oviedo
Departamento de Psicología
Plaza Feijoo, s/n
33003 Oviedo
E-mail: cuelimarisol@uniovi.es

Fecha recepción del artículo: 14. Junio. 2014
Fecha modificación artículo: 05. Noviembre. 2014
Fecha aceptación del artículo: 29. Enero. 2015
Fecha revisión para publicación: 31. Mayo. 2017

