

Geogebra y TIC en Matemáticas de enseñanza secundaria

(Recibido: 29/04/2016; Aceptado: 11/07/2016)

Hernández Gómez, E.¹; Briones Peñalver, A.J.²; Serdeira Azevedo, P.³; Medina Vidal, F.⁴

^{1,2,4} Universidad Politécnica de Cartagena.

Facultad de Ciencias de la Empresa –Dpto. Economía de la Empresa y C/ Real, 3 –30201 –Cartagena

³Universidad del Algarve. ESGHT.

Campus da Penha, Estrada da Penha. 8000 Faro. Portugal

Teléfono: 630348376

Email: elenahdz@hotmail.com

Resumen. *El presente estudio de investigación recoge los resultados de un estudio de casos múltiple llevado a cabo en un centro público de enseñanza secundaria de la Región de Murcia en el aula de Matemáticas. Se han analizado en los alumnos objeto del estudio algunas de las ventajas de la utilización e incorporación de las TIC en la educación, concretamente en las Matemáticas y en el bloque de Geometría Métrica.*

Palabras clave. *Matemáticas; TIC; aprendizaje; didáctica.*

Abstract. *This research study presents the results of a multiple case study carried out in a public secondary school in the Region of Murcia in the classroom of Mathematics. Some of the advantages of the use and incorporation of ICT in education, particularly in Mathematics and in the block of Metric Geometry, were analyzed in the students under study.*

Keywords. *Mathematics; ICT; learning; teaching.*

1. Introducción

Las matemáticas son percibidas por una gran número de estudiantes de educación secundaria como una de las materias más difíciles, exigentes y problemáticas de esta etapa (Mota, Oliveira y Henriques, 2016). Los estudiantes suelen tener dificultades para afrontar con éxito esta materia debido a varias razones, entre las que destacan la dificultad de los conceptos y las estrategias que cada uno adopta para hacer frente a las mismas (González-Torres y Artuch-Regarde, 2014; Lee y Johnston-Wilder, 2013).

Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) pueden jugar un papel muy importante en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, proporcionando en el aula la ayuda necesaria para desarrollar la deducción matemática como un método para comprender cosas no evidentes.

Para que las TIC impacten en el currículo de la materia Matemáticas y puedan generar cambios en los procesos de enseñanza aprendizaje, es necesario que éstas lleguen al aula acompañadas de estrategias y actividades muy bien estructuradas (Zuluaga, Pérez, y Gómez, 2015).

Las Tecnologías de la Información y Comunicación se utilizan fundamentalmente en el aula para ayudar a comprender a los estudiantes la solución de problemas, así como la utilidad de datos y gráficos en el contexto de la vida real (Henriques y Oliveira, 2016).

Los objetivos de la investigación han sido los siguientes: encontrar si el uso de las TIC ha provocado

una interactividad entre los alumnos, entre estos y el profesor y entre los alumnos y las TIC, si se ha provocado mucha motivación entre los propios alumnos, si estos han sido capaces de distinguir entre los contenidos esenciales y los no esenciales, si el manejo de las TIC ha permitido a los alumnos concentrarse en trabajos esenciales, en la investigación y experimentación al haber realizado menos esfuerzos en los trabajos repetitivos y rutinarios, y si con el uso de las TIC se ha potenciado el aprendizaje activo y por descubrimiento y dicho aprendizaje ha sido significativo.

2. Metodología

El presente estudio de investigación recoge los resultados de un estudio de casos múltiple llevado a cabo en un centro público de enseñanza secundaria de la Región de Murcia en el aula de Matemáticas. Se ha analizado en el estudio algunas de las ventajas de la utilización e incorporación de las TIC en la educación, concretamente en las Matemáticas y en el bloque de Geometría Métrica.

Para analizar el comportamiento frente al uso de las TIC se utiliza como muestra un grupo de alumnos de 3º de Educación Secundaria Obligatoria (ESO). Este grupo se ha dividido en dos subgrupos con el fin de obtener datos cualitativos y cuantitativos para poder hacer una comparativa entre la estrategia didáctica usando las TIC que se propone y la estrategia expositiva convencional.

Como recurso TIC para facilitar la comprensión del bloque de Geometría Métrica, se suele utilizar el

programa GeoGebra. Este software se utiliza en el aula de Matemáticas como recurso para la comprensión de axiomas, propiedades y teoremas geométricos.

2.1. Población de estudio

Los participantes en este estudio han sido 48 alumnos de los 100 que cursan 3º de ESO, esta muestra se dividió en 2 subgrupos A y B de 24 alumnos cada uno.

En el subgrupo A, se desarrolló una estrategia didáctica usando las TIC incorporando el programa Geogebra en la enseñanza de la geometría métrica. En el subgrupo B, se caracterizó porque en él se utilizó una metodología tradicional. La metodología tradicional a la que se hace referencia se basa en exposiciones teóricas en la pizarra, que contienen ejemplos y desarrollos teóricos fundados en ejemplos expuestos. Para el grupo A se ha utilizado un aula de informática con una dotación de 12 ordenadores, todos conectados a la red. También se disponía de acceso a la nube donde residían todos los contenidos necesarios para el desarrollo de la experiencia. Para el grupo B se ha utilizado el aula de Matemáticas de referencia asignada al grupo de alumnos. La distribución de esta aula favorece la comunicación de los alumnos y la participación activa de los alumnos.

2.2. Técnicas de recogida de datos

Las herramientas y estrategias de recogida de datos que se han utilizado se pueden dividir en dos tipos:

- Recogida de datos relacionados exclusivamente con la Geometría Métrica. En este bloque se incluyen todas las pruebas objetivas, resoluciones de problemas, cuestiones y exámenes que los alumnos han ido entregando y realizando a lo largo de la experiencia y que sirven para estudiar el grado de comprensión de los conceptos trabajados y las estrategias de resolución utilizadas.

- Recogida de datos generales. En este bloque de datos se incluyen aquellos datos que pueden resultar importantes para la investigación y que no guardan relación con los contenidos de la Geometría Métrica. Estos datos nos muestran los principales indicadores de las cuestiones planteadas en la investigación relacionada con la motivación, el interés, el grado de satisfacción, el grado de aceptación por parte de los alumnos, las relaciones dialécticas con los compañeros, etc. Estos datos se han obtenido a partir de: entrevistas personales, encuestas y las notas de campo realizadas por el profesor – investigador.

Los datos recogidos durante el curso académico fueron analizados mediante el programa estadístico SPSS 18.0.

3. Resultados

Para validar los resultados se han tenido en cuenta dos técnicas básicas utilizadas en los estudios cualitativos:

- La triangulación de datos: contrastando y analizando los datos por medio de diversas herramientas como son las encuestas, pruebas objetivas, entrevistas, etc. que se han realizado a cada uno de los participantes.

- La triangulación de investigadores: mediante el análisis comparativo del investigador de campo

Para realizar la triangulación de datos, se han analizado en cada cuestión las conclusiones obtenidas en los distintos ámbitos de observación. Comparando estos resultados para obtener un denominador común a todos ellos, se certifican las conclusiones de la investigación. A continuación se muestra la realización del proceso de triangulación:

• Cuestión 1: Interactividad con el uso de las TIC

¿Cuál es el grado de interactividad que suscita el uso de las TIC entre los alumnos y el profesor, entre los alumnos y el Geogebra y entre los propios alumnos?

Conclusiones del estudio de casos:

Se realizan las siguientes afirmaciones:

• Nivel 1: interactividad entre alumnos y profesor

La interactividad ha sido muy positiva ya que ha habido una muy buena comunicación entre los alumnos y el profesor. Éste ha resuelto de forma instantánea las dudas que se le han planteado. Se puede afirmar que esta interactividad tan positiva se debe fundamentalmente a factores como el del tamaño reducido del grupo o el tipo de metodología y dinámica que se ha generado a partir del uso de las TIC.

También ha influido decisivamente en esta interactividad el uso de los recursos digitales ya que éstos han permitido resolver las dudas de forma instantánea.

• Nivel 2: Interactividad alumnos – programa Geogebra

El programa Geogebra y el uso de las TIC ha sido valorado por los alumnos de manera muy positiva y por tanto han sido un elemento mediador muy positivo en el aprendizaje debido a su gran interactividad. Ha permitido, en muchas ocasiones, detectar errores y orientar al alumno en sus respuestas.

• Nivel 3: Interactividad entre alumnos

Fundamentalmente la comunicación se ha basado en parejas de trabajo, es decir entre los compañeros. Ha sido una comunicación bien valorada con un 8,5. El ser un grupo pequeño ha sido un elemento fundamental, pero más importante ha sido el estilo de metodología que provoca el uso de las TIC.

Se puede afirmar que el uso de las TIC ha provocado un elevado grado de interactividad tanto entre los alumnos y el profesor como entre los propios alumnos. Lo mismo sucede con la interactividad del programa Geogebra.

- Cuestión 2: Motivación con el uso de las TIC
¿El uso de las TIC aumenta el grado de motivación ante la geometría métrica?

Conclusiones del estudio de casos:

- La actitud general de los alumnos ha sido muy positiva tanto hacia los recursos digitales, las TIC como para las Matemáticas.
 - Se puede decir que los alumnos no se han aburrido en clase. Es más, lo han pasado muy bien.
 - El hecho de haber utilizado los recursos digitales, las TIC y el programa Geogebra ha supuesto un elemento muy motivador para todos los alumnos.
 - Con la metodología que se ha empleado se puede afirmar que ha aumentado en líneas generales el interés por las Matemáticas.
 - La valoración media de los alumnos sobre 10 puntos ha sido de 8.
 - Por último, se observa que casi todos los alumnos volverían a elegir con toda seguridad el grupo que ha utilizado las TIC, circunstancia que expresa el alto grado de motivación que tenían los alumnos en estas clases.
- El empleo de las TIC ha suscitado una motivación especial por el aprendizaje de la geometría métrica.

Conclusiones de los datos objetivos:

La mayoría de alumnos del subgrupo A demostraron más interés por pertenecer al subgrupo que iba a utilizar las TIC que el subgrupo B.

- Cuestión 3: Contenidos esenciales alcanzados con el uso de las TIC
¿Liberan las TIC de los trabajos repetitivos y rutinarios permitiendo emplear más tiempo para afianzar los contenidos esenciales?

Conclusiones del estudio de casos:

Respecto al grado de protagonismo que provocan las TIC en el aprendizaje del alumno, se puede afirmar que:

- Los alumnos han sabido distinguir entre contenidos esenciales y procesos rutinarios (17 sobre 24).
- Parece que algunos contenidos esenciales se han convertido en procesos automatizables, pero se observa claramente que tiene una incidencia pequeña.
- Los alumnos parecen recordar los contenidos fundamentales de las unidades didácticas.
- Saben realizar a mano la mediatriz de un segmento, trazar la circunferencia que pasa por tres puntos no alineados, hallar la circunferencia inscrita en un triángulo cualquiera y trazar un triángulo conocidos sus tres lados.
- Las TIC y el Geogebra han facilitado la comprensión de contenidos por múltiples razones:
 - Obligan a saber lo que se está haciendo.
 - Facilitan la experimentación y la investigación.
 - Por su visualización.
 - Centran mejor la atención de los alumnos.

Respecto a los objetivos se puede afirmar que:

- Han conseguido dominar los contenidos relativos a segmentos, a ángulos, a paralelismo y perpendicularidad y las relaciones entre lados y ángulos de un triángulo.
- Respecto a los contenidos relativos a circunferencia, son contenidos que se han dominado pero hay algunas dificultades que no se han producido en los anteriores. Se puede afirmar, por tanto, que el uso de las TIC ha influido claramente en la comprensión de contenidos esenciales.

Conclusiones de los datos objetivos:

Se carecen de datos para valorar.

- Cuestión 4: Esfuerzo rutinario con el uso de las TIC

¿El manejo de las TIC permite prescindir del esfuerzo rutinario dedicado a desarrollar tareas mecánicas?

Conclusiones del estudio de casos:

- Las TIC:
 - Por su rapidez facilitan la resolución de problemas.
 - Permiten al alumno liberarlo de tareas rutinarias orientando su trabajo más hacia la experimentación y la investigación.
 - No impiden que el alumno siga sabiendo realizar su trabajo con lápiz y papel.
 - Ayudan a resolver los problemas y, en muchos casos, se reconoce que es complicado hacerlo sin utilizarlas.
 - Han tenido un comportamiento auxiliar cuando se ha tratado de aplicarlas en cuestiones teóricas.

Respecto a la valoración sobre su uso con relación al trabajo rutinario se ha observado que:

- El alumno suele tener dificultades frecuentemente, y que el uso de las TIC y el Geogebra facilitan la resolución de problemas.
- Se automatiza mucho el uso del Geogebra provocando a veces que se pierda el sentido de lo que se hace.
- Los trabajos rutinarios se agilizan.

Se concluye que entre los alumnos existe una creencia de que las TIC les han ayudado a realizar con menos esfuerzo todos los problemas y ejercicios planteados, incluso a plantearlos de manera distinta. También existe la creencia que con el uso de las TIC se ha empleado más tiempo en la experimentación e investigación. Se observa claramente que existe una pequeña desventaja al utilizar el Geogebra y que merma las habilidades manipulativas. Sin embargo, esta merma de habilidades ha permitido, por otro lado, que el alumno se dedique más a plantear y reflexionar previamente sobre los objetivos.

Conclusiones de los datos objetivos:

Se carecen de datos para valorar.

- Cuestión 5: Aprendizajes significativos alcanzados mediante las TIC

¿Estimulan las TIC a los alumnos hacia la adquisición de aprendizajes significativos sobre aquellos contenidos de la geometría métrica que se introducen?

Conclusiones del estudio de casos:

El tipo de aprendizaje que se ha promovido en el aula tiene las siguientes características:

- El aprendizaje suscitado por diferentes tareas de enseñanza que se han realizado en el aula ha sido un aprendizaje por descubrimiento, con la experimentación y construcción por parte de los alumnos. Esto ha sido posible por el uso de las TIC.
- En general, se puede afirmar que la investigación, la experimentación y el descubrimiento han facilitado la comprensión de los contenidos. A pesar de todo ha habido opiniones contrarias que afirmaban que el uso de las TIC dispersaba la atención de los alumnos.
- El manejo de las TIC ha provocado un aprendizaje activo, en la mayoría de los alumnos, obligando al alumno a participar de forma activa en el desarrollo de las actividades.
- No se puede afirmar que los alumnos hayan tenido la necesidad de conocimientos previos. Se puede aseverar que los aprendizajes que han adquirido los alumnos han sido aprendizaje significativos.

Conclusiones de los datos objetivos:

El porcentaje de aprobados del subgrupo A (83,33%) es superior al del subgrupo B (62,5%). Se deduce que ha habido más aprendizaje significativo en el subgrupo A.

4. Conclusiones

La investigación ha permitido afirmar que el programa Geogebra y el uso de las TIC tienen las siguientes características para el aprendizaje de la geometría métrica:

- Favorece la interactividad entre los alumnos, entre los alumnos y el profesor y entre el alumno y el programa.
- Libera de los trabajos repetitivos y rutinarios permitiendo emplear más tiempo para afianzar los contenidos esenciales.
- El alumno se siente protagonista de lo que hace y por tanto de su aprendizaje.

Las situaciones de enseñanza se han visto favorecidas por el uso de las TIC, y en concreto por el programa Geogebra, de acuerdo con diferentes estudios (García y Rodríguez, 2015; Martínez, 2014; Ortiz, Sánchez, y Lozano, 2013) en la siguiente medida:

- Es un aprendizaje activo y por descubrimiento ya que a partir de los conocimientos

previos del alumno se facilita la adquisición de aprendizajes significativos.

- Un aprendizaje colaborativo.

Al incorporar Geogebra y al hacer uso de las TIC se observa que:

- Ha motivado al alumno en su trabajo en el aula.
- Ha creado un ambiente en clase muy participativo.

Referencias

- [1] García, W. E. V., y Rodríguez, L. M. V. (2015). Software educativo para lograr aprendizajes significativos en el área de matemática. *UCV-HACER*, 4(2).
- [2] González-Torres, M. y Artuch-Ragarde, R. (2014). "Resilience and coping strategy profiles at university: Contextual and demographic variables". *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 12(3), 621-648.
- [3] Henriques, A. y Oliveira H. (2016). Students informal inference when exploring a statistical investigation. En K. Krainer y N. Vondrová (Eds.), *Atas de la Ninth Congress of European Research in Mathematics education*, 685-691. Prague, Czech Republic: Faculty of Education, Charles Univeristy in Prague.
- [4] Lee, C. y Johnston-Wilder, S. (2013). Learning mathematics –letting the pupils have their say. *Educational Studies in Mathematics*, 83(2), 163-180.
- [5] Martínez, E. D. T. (2014). Implicaciones didácticas de Geogebra sobre el aprendizaje significativo de los tipos de funciones en estudiantes del último grado de secundaria. *Revista Apertura*, 5(2).
- [6] Mota, A.I., Oliveira, H., y Henriques, A. (2016). "El desarrollo de la capacidad de resiliencia matemática: La voz de los estudiantes sobre el uso de las TIC en la aula". *Electronic journal of research in educational psychology*, 14(38), 67-88.
- [7] Ortiz, E. L., Sánchez, A.L. y Lozano, A. (2013). "Rea y estilos de aprendizaje según Vark en el aprendizaje de las matemáticas." *Revista Internacional Magisterio, Educación y Pedagogía*, 64, 91-93.
- [8] Zuluaga, J.M., Pérez, F.E., y Gómez, J.D. (2015). *Matemática TIC. Una experiencia de aula que integra a las matemáticas y las TIC*. Recuperado de <http://hdl.handle.net/123456789/3806>