

Impacto del uso de objetos de aprendizaje en el desempeño en matemáticas de estudiantes de grado noveno¹

Effect of Using Learning Objects on the Academic Performance of High School Students in Mathematics Course

Effet de l'usage d'objets d'apprentissage sur la performance en mathématiques pour des étudiants du quatrième au collège

Francisco Javier Córdoba Gómez

Ingeniero de Minas y Metalurgia
Especialista en Entornos Virtuales de Aprendizaje
Magíster en Educación
Maestro en Ciencias en Matemática Educativa
Docente Matemáticas
Instituto Tecnológico Metropolitano
Grupo de investigación Gnomon
Chair del instituto de GeoGebra de Medellín (IGM)
franciscocordoba@itm.edu.co

Héctor Javier Herrera Mejía

Matemático
Magíster en Matemáticas aplicadas
Docente Matemáticas
Instituto Tecnológico Metropolitano
Grupo de investigación Gnomon
Miembro del instituto de GeoGebra de Medellín (IGM)
Miembro del Grupo Descartes Colombia
hectorherrera@itm.edu.co

Carlos Mario Restrepo Restrepo

Ingeniero Industrial
Magíster en Ciencias - Física
Docente Matemáticas
Instituto Tecnológico Metropolitano
Grupo de investigación Gnomon
Miembro del instituto de GeoGebra de Medellín (IGM)
Miembro del Grupo Descartes Colombia
carlosrestrepo@itm.edu.co

Recibido: 24 de enero de 2013
Evaluado: 6 de mayo de 2013
Aprobado: 14 de mayo de 2013
Tipo de artículo: investigación científica y tecnológica

¹ Este artículo presenta algunos de los resultados obtenidos durante el proyecto de investigación: "Estudio comparativo del impacto en el rendimiento académico de los estudiantes de Medellín-Duitama, en el área de las Matemáticas, mediante el uso de las TIC, como estrategia mediadora en el proceso de aprendizaje" desarrollado por la Red Académica Gnomon-Elime registrado en el Centro de Investigación del Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín, Código P10225. Fecha de inicio: Enero 2011. Fecha de Finalización: Noviembre de 2012.

Contenido

-
1. Introducción
 2. Importancia de las TIC en educación
 3. Objetos de aprendizaje (OA)
 4. Metodología
 - 4.1 Contexto y población: caracterización
 - 4.2 Trabajo evaluativo: grupo de control y grupo experimental
 - 4.3 Resultados globales en las pruebas
 5. Conclusiones
 6. Referencias
-

Resumen

Este artículo presenta algunos de los resultados de un estudio comparativo que buscaba determinar el impacto de los Objetos de Aprendizaje (OA) en el desempeño académico, en términos del rendimiento (calificación) en diferentes test con estudiantes de grado noveno. Las muestras corresponden a estudiantes de dos instituciones educativas ubicadas en el municipio de Medellín y en el municipio de Duitama. En la primera muestra se intervino la clase de matemáticas con OA y en la segunda no hubo intervención. Los resultados de los test se analizaron de manera cuantitativa y mostraron que las tecnologías en sí mismas y el uso de ellas por parte de los docentes, no generan una mejora significativa en el aprendizaje de las matemáticas que se vea reflejada en el desempeño académico de los estudiantes si no existe la un acompañamiento permanente y un proceso de cambio en sus prácticas docentes.

Palabras clave

Mediadores del aprendizaje, TIC, Objetos de Aprendizaje (OA)

Abstract

This article presents some of the results of a comparative study intended to determine the effect of Learning Objects (LO) on the academic performance, related to grading, in mathematics courses of high school students. The statistical samples are formed by students from two educational institutions located in the municipality of Medellín and the municipality of Duitama, Colombia. The first sample group used LO during course sessions the second one did not use them. The results of the exams were analyzed quantitatively and showed that the technologies themselves, and the use of them by the teachers, do not result in a significant improvement on the learning of mathematics, that could be verified in the academic performance of the students if there is no permanent counsel, and if not is adopted a process of change in their teaching practices.

Keywords

Learning intermediating agents, ICT, Learning Objects (LO)

Résumé

Cet article présente quelques des résultats d'une étude comparative qui cherche de déterminer l'effet des objets d'apprentissage sur la performance académique, en termes des notes dans les examens avec des étudiants du quatrième niveau collège. Les échantillons statistiques sont à deux institutions éducatives des municipalités de Medellín et Duitama, en Colombie. Les objets d'apprentissage ont été utilisés sur le premier échantillon, la seconde ne les a utilisés pas. Les résultats des examens ont été analyses de manière quantitative et nous montrent que les technologies eux-mêmes, et leur usage chez les professeurs, ne produisent pas une amélioration significative sur l'apprentissage des mathématiques, qui on voie reflété dans la performance académique des étudiants, si il n'y a pas un conseil permanent et un processus de changement dans les pratiques des professeurs.

Mots-clés

Médiateurs de l'apprentissage, TICE, objets d'apprentissage

1. Introducción

Con la llegada de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) al ámbito educativo se han generado 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 corresponden a software libre como GeoGebra, Descartes, entre otros) ha surgido un interés creciente por diseñar e implementar objetos de aprendizaje (OA) 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. 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 considerado punto central de este artículo.

Claro (2010) plantea que las políticas de incorporación de las TIC en la educación en América Latina 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; 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. 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.

En el siguiente texto se muestran los resultados de un estudio comparativo realizado entre dos poblaciones de estudiantes de grado noveno con y sin intermediación de objetos de aprendizaje (OA).

En la primera parte del trabajo se explicita la importancia de las TIC en educación y se hace una precisión de significados sobre algunos conceptos clave considerados en el estudio, luego se aborda la metodología empleada en el proceso de recolección de la información y algunos resultados obtenidos, para terminar con unas conclusiones, a manera de reflexiones, sobre el impacto de las TIC, en especial de los OA en el desempeño en matemáticas.

2. Importancia de las TIC en educación

Schibeci et. al. (2008) describen cómo los computadores han sido utilizados en el ámbito educativo y formativo desde 1960 y de una manera más generalizada desde 1990. Según estos mismos 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.

Según Pierce, Stacey & Barkatsas (2007), 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. En este sentido, se trata de crear las condiciones favorables para que la integración de las TIC, y en especial de los OA, cumpla realmente el propósito de favorecer el aprendizaje matemático. 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).

En matemáticas y ciencias, Cox et.al (2003, como se cita en Claro, 2010) encontraron que las animaciones y las simulaciones afianzaban la comprensión de conceptos y que mediante las TIC se podía crear un rango de diagramas y otras representaciones gráficas de conceptos y procesos que no son posibles con recursos tradicionales tales como la tiza y el pizarrón. En este sentido, los OA se convierten más que en simples instrumentos, en mediadores que facilitan y promueven el aprendizaje. En el siguiente apartado se aborda el concepto de OA de una manera más concreta.

3. Objetos de aprendizaje (OA)

Los OA ofrecen soluciones alternativas a los desafíos cotidianos que enfrentan los docentes con respecto al uso de la tecnología. En primer lugar, los OA son fáciles de usar. Los docentes, incluso aquellos que tienen limitadas habilidades informáticas, no necesitan dedicar mucho tiempo a la comprensión de cómo utilizar estas herramientas, pues su simplicidad permite una rápida comprensión y adaptación al trabajo. En segundo lugar, si los objetivos de aprendizaje están bien definidos, los OA permiten desarrollar más fácilmente la planeación efectiva de las clases y las estrategias de integración para el trabajo de aula. En tercer lugar, los OA son fácilmente accesibles a través de Internet (Kay & Knaack, 2008). Esta última alternativa permite una masificación en cuanto a la disponibilidad de estos recursos en la web y a la posibilidad de tener a la mano múltiples y variadas formas de abordar determinados conceptos o conocimientos de manera rápida y efectiva.

Si bien el tema de los OA ha sido ampliamente discutido y estudiado, no se ha llegado a un consenso sobre su definición precisa, sin embargo hay acuerdos generales sobre las características que debería tener un OA (Kay & Knaack, 2005). De manera general se presentan algunas definiciones que permitan abordar el término.

Para Tibaná² (2006) un OA es

Un conjunto de recursos digitales que puede ser utilizado en diversos contextos, con un propósito educativo y constituido por al menos tres componentes internos: contenidos, actividades de aprendizaje y elementos de contextualización. Además, el objeto de aprendizaje debe tener una estructura de información externa – metadato – para facilitar su almacenamiento, identificación y recuperación (p.27).

Wiley (2000, p.7) define un OA como “cualquier recurso digital que puede ser reusado y que apoya el aprendizaje”. Si bien esta aproximación es muy general, deja claramente establecida su intencionalidad: el aprendizaje. En esta misma dirección Flamand (2004, citado por Trgalova et al., 2009) afirma que un OA debe tener en sí mismo una intención pedagógica definida. Lo anterior deja claramente establecido que el diseño, construcción e implementación de un OA debe tener como punto de partida el aprendizaje de los potenciales usuarios.

Kay & Knaack (2005, 2008) se refieren a los OA como herramientas interactivas basadas en la web que apoyan el aprendizaje de conceptos específicos mediante la mejora, la ampliación y la guía de procesos cognitivos de los aprendices, pues se pueden convertir en herramientas interactivas que apoyan la exploración, la investigación, la construcción de soluciones y la manipulación de parámetros en lugar de memorizar y retener una serie de hechos, es decir, hay un fuerte componente constructivista en su diseño.

² Estas definiciones se establecieron gracias a las discusiones en las mesas de trabajo, promovidas por el Ministerio de Educación Nacional MEN, durante el 2006, en las cuales participaron expertos de las Universidades del Norte, de la Sabana, Eafit, Pontificia Universidad Bolivariana, Universidad de los Andes y Pontificia Universidad Javeriana de Cali.

Por su parte Chiappe, Segovia & Rincon (2007, como se cita en Chiappe, 2009, p.69) definen un OA como “Una entidad digital, autocontenible y reutilizable, con un claro propósito educativo”.

Una de las definiciones más claras y concretas según Polsani (2004, citando a L’Allier, 1997) es la que define un OA como la experiencia estructural independiente más pequeña que contiene un objetivo, una actividad de aprendizaje y una evaluación. Este mismo autor propone los siguientes elementos como condiciones necesarias que debe cumplir cualquier OA:

- Accesibilidad: un OA debería ser etiquetado con un metadato que le permita ser almacenado y referenciado en una base de datos.
- Reusabilidad: una vez creado, el OA debería funcionar en diferentes contextos instruccionales.
- Interoperabilidad: el OA debe ser independiente tanto del medio de entrega como de la plataforma informática usada.

El propósito de este trabajo no es hacer una revisión exhaustiva de las diversas definiciones de los OA dada la multiplicidad de trabajos y estudios al respecto. Se trata más bien de plantear algunas de ellas y asumir una opción. En este caso, se acoge la definición dada por el Ministerio de Educación Nacional (MEN³), bajo estas premisas fue que se desarrolló el trabajo de campo, que se presenta a continuación.

4. Metodología

4.1. Contexto y población: caracterización

Para este estudio, la muestra de estudiantes seleccionada fue de tipo intencional, tanto en Medellín como en Duitama. Esta situación se justifica por facilidades de acceso a estas poblaciones pues algunos de los investigadores trabajan en estas instituciones, lo que facilitó la consecución de los permisos y los tiempos para aplicar los test.

En Medellín la muestra estuvo conformada por 133 estudiantes de la Institución Educativa La Salle de Campoamor y en Duitama por 128 estudiantes de la Institución Educativa Santo Tomás de Aquino, ambas con similitudes en cuanto a desempeño académico (clasificación por rendimiento en el área de matemáticas) en el año inmediatamente anterior (2011) y a condiciones socioeconómicas.

Se encontró, para el caso de Medellín, que el mayor porcentaje de estudiantes al culminar el grado octavo obtuvo la escala de valoración en Básico (competencias mínimas para aprobar matemáticas en octavo grado), representado en el 69.9%, siendo ésta la mayor tendencia (93 estudiantes de 133 encuestados). Un aspecto llama la atención y es que en el nivel Alto Medellín – La Salle -, obtiene el 13.5% equivalente a solo 18 estudiantes de la muestra (ver figura 1).

³ Un conjunto de recursos digitales que puede ser utilizado en diversos contextos, con un propósito educativo y constituido por al menos tres componentes internos: contenidos, actividades de aprendizaje y elementos de contextualización. Además, el objeto de aprendizaje debe tener una estructura de información externa – metadato - para facilitar su almacenamiento, identificación y recuperación (p.27).

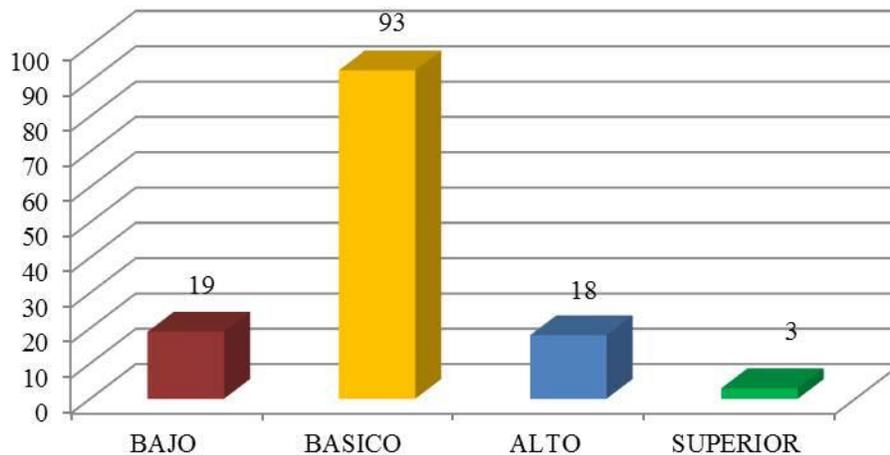


Figura 1. Promedio Académico Matemáticas-Medellín (grado octavo).

Para el caso de Duitama (figura 2) se encuentra la mayor tendencia, al igual que en los grupos de Medellín, en la obtención del promedio académico Básico al finalizar el mismo grado, donde 73 estudiantes de 128 encuestados representan el 57.0%, lo cual muestra que ambos grupos se encontraban en su gran mayoría en esta escala de rendimiento académico. En cuanto al nivel alto los estudiantes de Duitama poseen un mayor rendimiento en el aprendizaje de las Matemáticas, pues aunque no sea considerable la diferencia, sí se alejan porcentualmente de los grupos de Medellín, donde el 35.2% se clasificó en esta escala. Se puede decir así que es una condición preliminar que puede garantizar a una población estudiantil una mayor predisposición para la comprensión del contenido matemático, en este caso de grado noveno.

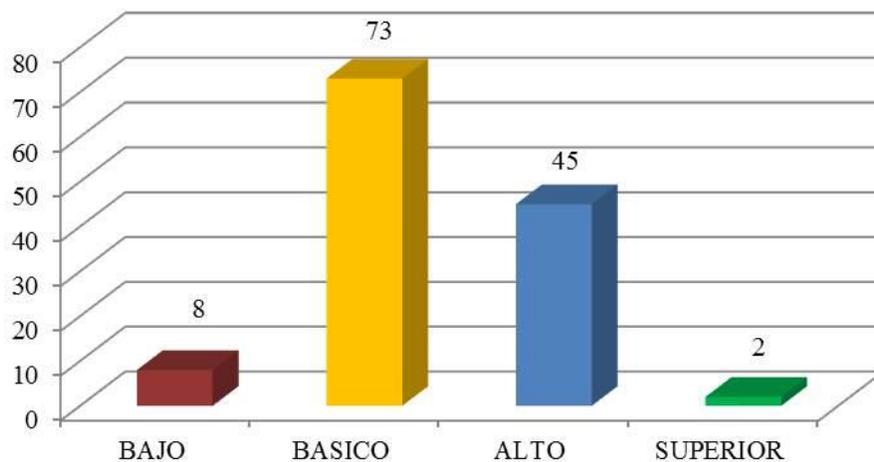


Figura 2. Promedio Académico Matemáticas-Duitama (grado octavo).

La distribución por género se observa en la figura 3. En ella se observa la frecuencia absoluta por género y ciudad. Se puede observar que la prueba en Medellín la presentaron más hombres que mujeres, 99 hombres y 39 mujeres; mientras que en Duitama la presentaron más mujeres que hombres, 73 mujeres y 55 hombres.

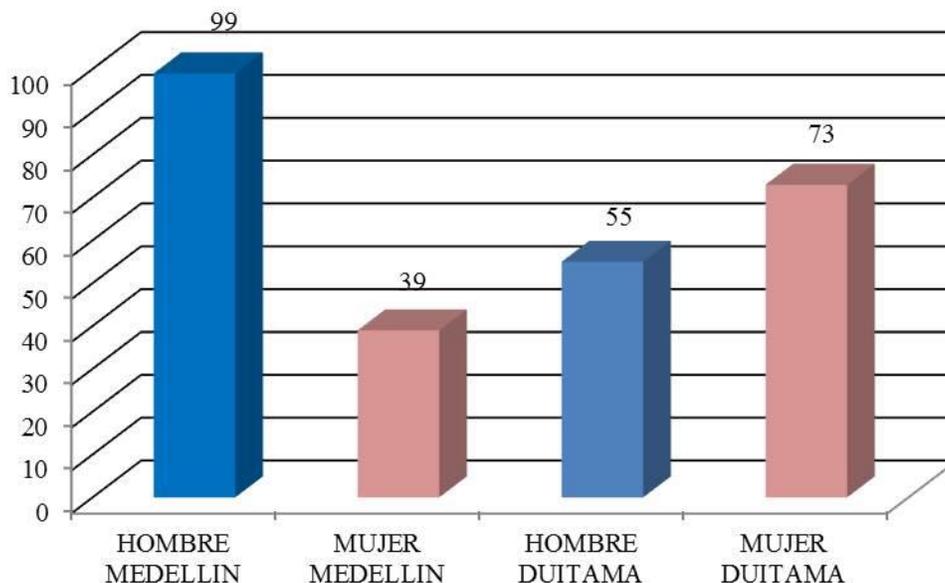


Figura 3. Género Medellín-Duitama.

4.2. Trabajo evaluativo: grupo de control y grupo experimental

Para la realización del trabajo de campo, el grupo experimental fue el de Medellín y el de control el de Duitama. En el caso del grupo experimental, la intervención estuvo mediada por OA, trabajados por los profesores en las diferentes sesiones de clase. Para ello, el grupo de investigación capacitó a los docentes en el trabajo con OA y se le entregó a cada docente y a cada estudiante un DVD con todas las ayudas para cada uno de los temas, los cuales se trabajaron en las clases y de manera independiente por parte de los estudiantes.

Para el grupo de control no hubo ninguna intervención con OA, las clases se desarrollaron de manera normal. En ambos casos, los profesores de los grupos recibieron un texto guía (a manera de guión) elaborado por el grupo de investigación el cual siguieron en el desarrollo de los temas seleccionados para el trabajo. Estos temas fueron: función lineal, función cuadrática y volúmenes.

4.3. Resultados globales en las pruebas

En total se realizaron cuatro pruebas o test estandarizados, que responden a un instrumento de evaluación de carácter sumativo, durante el desarrollo del trabajo de campo. Cada una de estas pruebas las elaboró el grupo de investigación y fueron sometidas a revisión previa por parte de los profesores de matemáticas. Adicionalmente, se realizaron pruebas piloto de cada prueba con otros estudiantes para determinar posibles dificultades en la interpretación de los ítems.

En la figura 4 se muestran los resultados generales de las diferentes pruebas por localidad

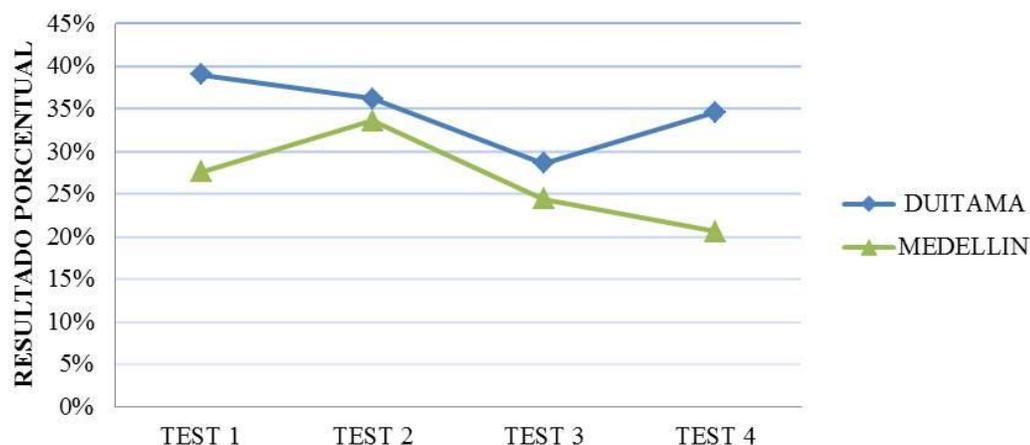


Figura 4. Resultado promedio general por localidad.

Si bien se observa que ambos grupos obtuvieron resultados por debajo del 50% en las diferentes pruebas, no es influyente en el análisis comparativo, ya que la intención no es averiguar si superan o no la prueba, sino comparar el rendimiento entre las dos localidades. A continuación se hace un breve análisis para cada una de las pruebas:

Test 1. Prueba estandarizada de conocimientos previos

Se realizó a todos los estudiantes antes de la intervención con OA en la ciudad de Medellín. Tenía como finalidad determinar el estado actual de los estudiantes con respecto a sus conceptos previos. Esta prueba muestra que inicialmente los estudiantes de la ciudad de Duitama tuvieron un rendimiento superior significativo en la Prueba estandarizada de conocimientos previos comparado con el de los estudiantes de la ciudad de Medellín.

Esta afirmación se confirmó con una Prueba de Hipótesis sobre la diferencia de medias de ambas muestras con ayuda del programa estadístico Statgraphics Centurion y arrojó el siguiente resultado:

Para la comparación de medias hay que tener en cuenta que todas las muestras son grandes:

Estandarizada Duitama: 128	Estandarizada Medellín: 139
Lineal Duitama: 128	Lineal Medellín: 136
Cuadrática Duitama: 131	Cuadrática Medellín: 127
Volúmenes Duitama: 129	Volúmenes Medellín: 110

Por el teorema del límite central, cuando las muestras son grandes ($n > 30$) la distribución de sus medias es aproximadamente normal.

El programa arroja los resultados basados en una prueba t para comparar las medias (con el mismo resultado si se hace con una distribución normal).

Prueba t para comparar medias

Hipótesis nula: media estandarizada Duitama = media estandarizada Medellín

Hipótesis Alternativa: media estandarizada Duitama > media estandarizada Medellín

Suponiendo varianzas iguales: $t = 7.1267$ valor $-P = 8.52436E-8$

Se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0.05$

Sin suponer varianzas iguales: $t = 7,11807$ valor $-P = 4,75489E-7$

Se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0,05$.

Sin importar si las varianzas son iguales o diferentes se concluye que los estudiantes de Duitama tienen un promedio mayor en el rendimiento académico en comparación con los estudiantes de Medellín, con un nivel de significancia del 5%.

Test 2. Función lineal

Se aplicó a todos los estudiantes después de la intervención con los OA en la ciudad de Medellín. En la figura 4 se puede apreciar una diferencia significativa entre los porcentajes promedio de los estudiantes de ambas ciudades con respecto a los resultados del Test 1. Considerando únicamente el factor Test, se esperarían comportamientos similares en ambas muestras; es decir, que si la nota promedio de los estudiantes de Duitama disminuyó, entonces igual debería suceder en el caso de Medellín. No obstante la nota promedio de Medellín aumentó del Test 1 al Test 2.

De hecho, se realizó una Prueba de Hipótesis sobre la diferencia de medias de ambas muestras en el Test 2 que arrojó el siguiente resultado:

Prueba t para comparar medias

Hipótesis nula: media Lineal Duitama = media Lineal Medellín

Hipótesis Alternativa: media Lineal Duitama > media Lineal Medellín

Suponiendo varianzas iguales: $t = 1.17596$ valor $-P = 0.12034$

No se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0.05$

Sin suponer varianzas iguales: $t = 1,17639$ valor $-P = 0,120254$

No se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0,05$.

Sin importar si las varianzas son iguales o diferentes se concluye que los estudiantes de Duitama no tienen un promedio mayor en la prueba de lineal en comparación con los estudiantes de Medellín, con un nivel de significancia del 5%.

Entre la realización de esta segunda prueba y la primera, hubo un acompañamiento cercano y permanente, por parte de los investigadores a los docentes en el uso de los OA en las sesiones de clase, lo cual puede explicar en parte los resultados.

Test 3. Función cuadrática

Se observa una reducción en ambas ciudades pero el comportamiento después del test de Función Lineal es similar, el resultado promedio de los estudiantes para ambas ciudades decae, lo que muestra que no hay un efecto significativo de los OA en el caso de Medellín.

Se realizó su respectiva Prueba de Hipótesis sobre la diferencia de medias de ambas muestras.

Prueba t para comparar medias

Hipótesis nula: media cuadrática Duitama = media cuadrática Medellín

Hipótesis Alternativa: media cuadrática Duitama > media cuadrática Medellín

Suponiendo varianzas iguales: $t = 2.50069$ valor-P = 0.00651042

Se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0.05$

Sin suponer varianzas iguales: $t = 2,50475$ valor-P = 0,00643977

Se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0,05$.

Sin importar si las varianzas son iguales o diferentes se concluye que los estudiantes de Duitama tienen un promedio mayor en la prueba de cuadrática en comparación con los estudiantes de Medellín, con un nivel de significancia del 5%.

Test 4. Volúmenes

El resultado de esta prueba presenta un aumento con respecto al porcentaje promedio de la prueba tres, en el caso de Duitama. En el caso de Medellín, tampoco hay una mejora en el resultado en cuanto al uso de los OA, con respecto a la tercera prueba.

En promedio, los resultados de todas las pruebas realizadas en la localidad de Duitama estuvieron por encima de las pruebas realizadas en la localidad de Medellín. Si bien, en la hipótesis preliminar se estableció que el uso de OA en las clases de matemáticas impactaría de manera positiva el rendimiento de los estudiantes, los resultados obtenidos muestran que aunque en parte del proceso se presentó una mejora, ésta no se mantuvo durante el desarrollo de la investigación, lo cual evidencia que otros factores diferentes al factor tecnológico entran en juego en el rendimiento de los estudiantes.

Prueba t para comparar medias

Hipótesis nula: media Volúmenes Duitama = media Volúmenes Medellín

Hipótesis Alternativa: media Volúmenes Duitama > media Volúmenes Medellín

Suponiendo varianzas iguales: $t = 5.28941$ valor -P = 2.21672E-7

Se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0.05$

Sin suponer varianzas iguales: $t = 5,30704$ valor-P = 3,70802E-7

Se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0,05$.

Sin importar si las varianzas son iguales o diferentes se concluye que los estudiantes de Duitama tienen un promedio mayor en la prueba de cuadrática en comparación con los estudiantes de Medellín, con un nivel de significancia del 5%.

5. Conclusiones

A partir de los resultados obtenidos queda claro que la incorporación de OA en las clases de matemáticas no genera por sí misma una mejora significativa en el rendimiento de los estudiantes, al menos en las poblaciones investigadas. Según estos resultados, uno de los factores que influye es la condición inicial o de partida de los estudiantes, es decir, sus conocimientos previos. Si estos conocimientos no han sido adecuadamente internalizados, los nuevos (conocimientos) no serán comprendidos a cabalidad aunque se incorporen OA novedosos y llamativos para los estudiantes. Tal como se pudo apreciar de los resultados, las condiciones iniciales de los estudiantes de Duitama estuvieron por encima de aquellas de los estudiantes de Medellín.

A partir de este estudio se hizo evidente que las tecnologías en sí mismas y la capacitación de los docentes sin un acompañamiento permanente y un proceso de cambio en sus prácticas, no generan una mejora significativa en el aprendizaje de las matemáticas que se vea reflejada en el desempeño académico de los estudiantes. Esta

situación se basa en los resultados obtenidos entre el test uno y el test dos. En el tiempo transcurrido entre estas dos pruebas, el grupo de investigación estuvo trabajando y acompañando a los docentes en el proceso de capacitación y uso de los OA, lo cual no sucedió en las etapas posteriores, pues se esperaba que el docente siguiera de manera autónoma con estas actividades. Esta situación muestra que los docentes que tienen alguna resistencia a este tipo de herramientas o que tienen una baja formación en su uso, no deben dejarse solos en el proceso pues al parecer la falta de acompañamiento y asesoría disminuye su entusiasmo e interés para ponerlas en práctica.

Uno de los estudios que debe emprenderse también es el relacionado con la identificación y caracterización de las competencias en TIC de los docentes de la educación básica (y media) que permita analizar cuál es el grado de formación y las actitudes de los docentes frente a su integración. Este es un elemento central de estudios futuros, pues aunque los gobiernos y las mismas instituciones estén haciendo grandes esfuerzos por invertir en infraestructura y recursos tecnológicos, mientras los docentes no asuman una actitud positiva y de cambio, los beneficios no se verán en el corto plazo.

6. Referencias

- Chiappe, A. (2009). Objetos de aprendizaje 2.0: una vía alternativa para la re-producción colaborativa de contenido educativo abierto. En C.T. Valencia y A.T. Jiménez (Eds.), *Objetos de Aprendizaje Prácticas y perspectivas educativas*, (pp. 60-72). Cali: Pontificia Universidad Javeriana.
- Chiappe, A., Segovia, Y. & Rincon, H. Y. (2007). Toward an instructional design model based on learning objects. *Educational Technology Research and Development*, 55, 671-681.
- 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). Impreso en Naciones Unidas, Santiago de Chile.
- Cox, Margaret y otros (2003), ICT and attainment: A review of the research literature ICT in Schools. Research and Evaluation Series – No.17. DfES Becta. Recuperado de http://www.becta.org.uk/page_documents/research/ict_attainment_summary.pdf
- Kay, R. & Knaack, L. (2005). Developing learning objects for secondary school students: A multicomponent model. *Interdisciplinary Journal of Knowledge and Learning Objects*, 1, 229-254. Recuperado de http://ijello.org/Volume1/v1p229-254Kay_Knaack.pdf
- Kay, R. & Knaack, L. (2008). Investigating the Use of Learning Objects for Secondary School Mathematics. *Interdisciplinary Journal of E-Learning and Learning Objects*, 4, 269-289. Recuperado de <http://www.ijello.org/Volume4/IJELLOv4p269-289Kay.pdf>
- 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), 29-35.
- Lim, C. (2007). Effective integration of ICT in Singapore schools: pedagogical and policy implications. *Education Tech Research Dev*, 55, 83–116.
- L'Allier, James J. (1997). Frame of Reference: NETg's Map to the Products, Their Structure and Core Beliefs. NetG. Recuperado de <http://www.netg.com/research/whitepapers/frameref.asp>
- Pierce, R., Stacey, K. & Barkatsas, A. (2007). A scale for monitoring students' attitudes to learning mathematics with technology. *Computers & Education* 48, 285–300.

- Polsani, P. (2003). Use and abuse of reusable learning objects. *Journal of digital information*, 3(4). Recuperado de <http://journals.tdl.org/jodi/article/viewArticle/89/88>
- 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, 271–283.
- Tibaná, G. (2009). Gestión de contenidos educativos en educación superior. En C.T. Valencia y A.T. Jiménez (Eds.), *Objetos de Aprendizaje Prácticas y perspectivas educativas*, (pp. 11-34). Cali: Pontificia Universidad Javeriana.
- Trgalova, J., Jahn, A. & Soury-Lavergne, S. (2009). Quality process for dynamic geometry resources: the intergeo project. In *Proceedings of CERME 6* (pp. 1161-1170). January 28th-February 1st 2009, Lyon, France.
- Wiley, D. (2000). Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy. Recuperado de <http://jcfowers1.iweb.bsu.edu/mod/rlolearningobjects.htm#instruction>