

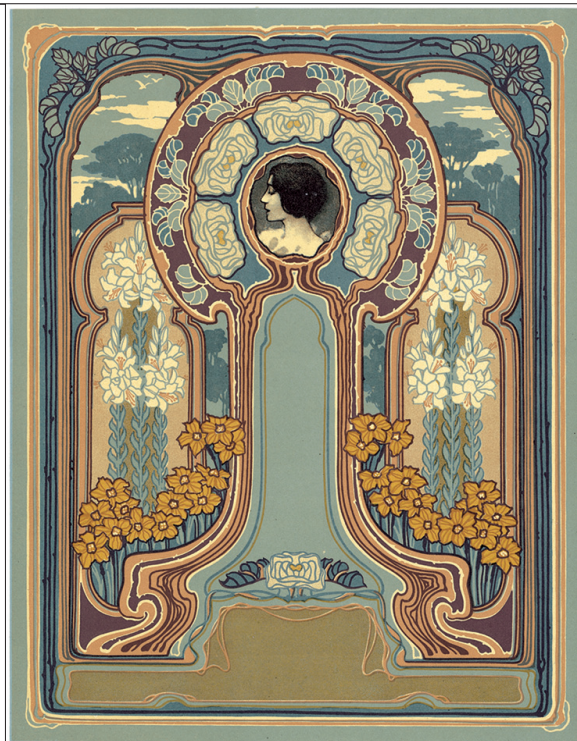
Efectos del uso de la tecnología computacional sobre la articulación de los sistemas de representación de la parábola en un grupo de alumnos

Carlos J. Rojas Álvarez
Navis M. Londoño Camargo
Dorleys E. Cañate Salinas
Ricky N. Abuabara Cortés
Luis C. Pacheco Muñoz

zona próxima

Revista del Instituto
de Estudios
en Educación
Universidad del Norte

n° 10 julio, 2009
ISSN 1657-2416



CARLOS JAVIER ROJAS ÁLVAREZ

LICENCIADO EN MATEMÁTICAS Y FÍSICA, UNIVERSIDAD DEL ATLÁNTICO.
ESPECIALISTA EN DOCENCIA UNIVERSITARIA, UNIVERSIDAD DEL NORTE.
MAGÍSTER EN EDUCACIÓN, UNIVERSIDAD DEL NORTE. PROFESOR DEL
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS, UNIVERSIDAD DEL NORTE.
crojas@uninorte.edu.co

NAVIS MARIELA LONDOÑO CAMARGO

LICENCIADA EN MATEMÁTICAS Y FÍSICA, UNIVERSIDAD DEL ATLÁNTICO.
MAGÍSTER EN EDUCACIÓN, UNIVERSIDAD DEL NORTE. PROFESORA DE
LA INSTITUCIÓN DISTRITAL DE ARTE Y CULTURA ALEJANDRO OBREGÓN.
navisl509@hotmail.com

DORLEYS ELENA CAÑATE SALINAS

LICENCIADA EN MATEMÁTICAS Y FÍSICA, UNIVERSIDAD DEL ATLÁNTICO.
ESPECIALISTA EN MATEMÁTICAS, UNIVERSIDAD DEL NORTE. MAGÍSTER
EN EDUCACIÓN, UNIVERSIDAD DEL NORTE. PROFESORA DEL COLEGIO
COMPAÑÍA DE MARÍA LA ENSEÑANZA.
dorleyca@hotmail.com

RICKY NELSON ABUABARA CORTÉS

LICENCIADO EN MATEMÁTICAS Y FÍSICA, UNIVERSIDAD DEL ATLÁNTICO.
MAGÍSTER EN EDUCACIÓN, UNIVERSIDAD DEL NORTE. PROFESOR DEL
COLEGIO SAN JOSÉ DE BARRANQUILLA.
rickynelson@latinmail.com

LUIS CAYETANO PACHECO MUÑOZ

LICENCIADO EN MATEMÁTICAS Y FÍSICA, UNIVERSIDAD DEL ATLÁNTICO.
MAGÍSTER EN EDUCACIÓN, UNIVERSIDAD DEL NORTE. PROFESOR DEL
COLEGIO ARQUIDIOCESANO SAN PANCRACIO.
luchote4050@hotmail.com

próxima zona

<p>El presente artículo se basa en los resultados de la investigación sobre la importancia del uso de la tecnología computacional sobre los diferentes sistemas de representación de la parábola en un grupo de alumnos. Se le aplicó el pretest al grupo experimental y al grupo control, de un total de 91 estudiantes correspondientes al grado décimo. El instrumento incluía actividades en la articulación de los sistemas de representación: primero, conversión del sistema algebraico al gráfico, el cual es el sistema que los estudiantes manejan con mayor facilidad; segundo, conversión del sistema gráfico al algebraico en donde se encontraron mayores dificultades. Al grupo experimental se les enseñó la articulación de los sistemas</p>	RESUMEN	<p>The present work is a result of a research based in the importance of the use of the computer technology in the different systems of the parable in a group of students. A pre-test was applied to an experimental group and a control group, of ten-degree students for this aspect, activity in the articulation of the representation systems were included. First the conversion from the algebraical system to the graphical system, which is the system to the students use in a best way, second, conversion from the graphical system to the algebraical where we found many difficulties.</p>
<p>de representación de la parábola mediante el uso del software educativo Winlab. Posteriormente, se le aplicó un postest a ambos grupos el cual arrojó como resultado que el grupo experimental mostró una mejoría significativa en la conversión del sistema de representación algebraico al gráfico. De igual manera los resultados reflejaron que se debe tener en cuenta, en el proceso de enseñanza de la parábola, la conversión del sistema gráfico al algebraico para una mejor comprensión del tema en estudio, por lo que el docente debe diseñar actividades donde emplee la articulación de los sistemas de representación algebraico y gráfico; todo esto apoyado en el uso de la tecnología computacional como una herramienta facilitadora de la actividad cognitiva empleada en el área de las matemáticas.</p> <p style="text-align: center;">PALABRAS CLAVE: Tecnología computacional, sistemas de representación.</p> <p style="text-align: center;">FECHA DE RECEPCIÓN: 31 DE MARZO DE 2009 FECHA DE ACEPTACIÓN: 21 DE ABRIL DE 2009</p>	ABSTRACT	<p>The experimental group was taught the articulation of systems representing the parable through the use of the educational software winlab. A post-test was applied to both groups later, which gave as a result that the experimental group which showed a great improvement in the conversion from the algebraical representation system to the graphical one. In the some way the result reflected that we have take, into account the conversion from the graphical system to the algebraical one in the teaching process of the parable, in order to get a better understanding of the subject, so the teacher must design activities where he use the articulation of the algebraical and graphical systems, which must be supported by the use of computer technology like a tool in the cognitive activity used in mathematics.</p> <p>KEY WORDS: Technology applied, mathematics, representation systems.</p>

INTRODUCCIÓN

Los últimos avances tecnológicos han llevado a un aumento inusitado en el volumen de información, situación que exige procesar e interpretar la información para tomar decisiones. La educación no ha sido ajena a esta realidad, por lo que uno de sus propósitos debe ser el desarrollo de habilidades para procesar e interpretar la información disponible y pertinente. Es por ello que diversas investigaciones en educación matemática se han dedicado a la articulación de los sistemas de representación de diversos conceptos matemáticos. Por ejemplo, las investigaciones en México de Cortés y Guerrero (2007); Benítez (2004); García et al. (2004), y en Colombia de Gómez y Carulla (1999), coinciden en que algunos de los problemas en educación matemática se originan por la falta de visualización de los problemas geométricos, que generalmente se presentan desde una perspectiva algebraica.

Esto conlleva a que muchos estudiantes no sepan encontrarle una interpretación gráfica a los conceptos matemáticos. Estas investigaciones sugieren realizar actividades en el aula en las que se presenten diversos sistemas de representación y se promueva la conversión de un sistema a otro distinto, con el fin de que los estudiantes puedan tener una mejor comprensión de los contenidos matemáticos; ya que sólo se evidencia que en las aulas de clases existe

una marcada conversión del sistema algebraico al gráfico y una enorme dificultad al realizar el proceso contrario.

Partiendo de estos hechos esta investigación pretende determinar el efecto del uso de la tecnología computacional sobre la articulación de los sistemas de representación de la parábola en un grupo de alumnos.

En concordancia con lo anterior, el presente estudio constituye la búsqueda de una alternativa que contribuya al mejoramiento de la calidad de la educación matemática en Colombia, ya que tiene como objetivo determinar el efecto del uso de la tecnología computacional en la articulación de los sistemas de representación algebraico y gráfico de la parábola en un grupo de alumnos. De igual manera, el papel de la visualización en la formación de los conceptos de la misma, se pretende que se establezcan las conexiones entre los diferentes sistemas de representación algebraico y gráfico y la tecnología computacional como herramienta facilitadora de dicho proceso, por lo que se planteó la siguiente pregunta problema: ¿cuáles son los efectos del uso de la tecnología computacional sobre la articulación de los sistemas de representación de la parábola en un grupo de alumnos?

MARCO TEÓRICO

Esta investigación está apoyada en dos factores: uno desde el aspecto cognitivo y otro desde el aspecto matemático.

Desde lo cognitivo, y debido a que es la más cercana a lo que estábamos intentando abordar, se apoya en la teoría de Bruner (1980:23), quien afirma que el ser humano utiliza a lo largo de su vida tres sistemas de representación: enactivo, icónico y simbólico. Cada uno de estos tres modos tiene un poderoso efecto en la vida mental de los seres humanos a diferentes edades y su interacción persiste como uno de los aspectos más importantes de la vida intelectual adulta.

La representación enactiva se da hasta los últimos meses del primer año de vida. En esta etapa los niños sólo pueden comprender las cosas en términos de acciones; o sea, la identificación de objetos parece depender no tanto de la naturaleza de los objetos presentes como sobre las acciones evocadas por ellos (Bruner, 1980:33).

En la representación icónica, el niño es capaz de representar el mundo a través de imágenes o esquemas espaciales, que son relativamente independientes de la acción. Al principio permanece un fuerte componente de manipulación como ayuda necesaria a la imagen (Bruner, 1980).

La representación simbólica surge de una forma primitiva e innata de una actividad simbólica que, a través de la culturización, gradualmente llega a especializarse en diferentes sistemas (Bruner, 51). Bruner (citado por Sprinthall & Sprinthall, 1990:245-246) afirma que “las representaciones simbólicas < permiten elaborar

representaciones del mundo y usarlas como modelos de investigación en la resolución de problemas >>”.

En cuanto a lo matemático, se apoya en la teoría de Duval (1999), quien define las representaciones como notaciones simbólicas o gráficas, o bien manifestaciones verbales, mediante las que se expresan los conceptos y procedimientos en esta disciplina, así como sus características y propiedades más relevantes. Este autor resalta la importancia de hacer conversiones entre los diferentes sistemas de representación de un mismo objeto, puesto que permite una mejor comprensión del mismo y sus características, cuando afirma que: “En matemáticas el poder cambiar de sistema de representación es una exigencia cognitiva absolutamente necesaria y fundamental. Igualmente el cambio explícito de registro es un medio potente y necesario para comprensión de textos”.

Se realizó una comparación entre los sistemas de representación establecidos por Bruner y los empleados en las matemáticas, así:

- Sistema Icónico es la representación del mundo a través de imágenes o esquemas espaciales, que son relativamente independientes de la acción, lo cual se refleja en el sistema de representación gráfico cuando el estudiante elabora representaciones físicas, geométricas o diagramas (Fernández, 1997).

- Sistema Simbólico es el lenguaje natural o matemático y requiere la traducción de lo que va a ser representado por medio de un sistema de símbolos para comprender y representar el mundo y codificar la información. En matemáticas se emplea el lenguaje algebraico y las reglas que lo sustentan, las cuales permiten entender los conceptos, como la variable x de una ecuación.

Entonces, en esta investigación se entiende por articulación la conversión de un sistema de representación a otro y su proceso inverso (del Sistema Algebraico al Gráfico y del Sistema Gráfico al Algebraico).

En lo que respecta a la tecnología en la enseñanza de la matemática, debe ser entendida como una herramienta facilitadora del proceso de enseñanza aprendizaje, sin olvidar el papel que desempeñan cada uno de los entes que hacen parte de este proceso alumnos \rightarrow docentes \rightarrow matemática \rightarrow tecnología. Esta afirmación se enmarca en los estándares de la NCTM (1996-1997), los que sugieren realizar la enseñanza de la matemática de manera activa, desarrollando una forma de pensar que pueda dar sentido al entorno y aplicando toda la tecnología disponible; buscando que la matemática (como una actividad social y cultural en la que el conocimiento no se descubre, sino que se construye a partir de la experimentación, formulación y justificación de

conjeturas, análisis y soluciones de situaciones problemáticas) lleve a la reestructuración del currículo de esta área.

Por ello, diferentes académicos disertan al respecto. Por ejemplo, Gómez (1997) considera que la tecnología abre espacios para que el estudiante pueda vivir nuevas experiencias matemáticas (difíciles de lograr en medios tradicionales como el lápiz y el papel) en las que él pueda manipular directamente los objetos matemáticos dentro de un ambiente de exploración. Así mismo, Wennzelburger (1991) afirma que las representaciones múltiples con un software ofrecen una nueva oportunidad, ya que, bien planeado, el trabajo puede ser provechoso. Por su parte, Duval (1992) sostiene al respecto que se deben manejar dinámicamente los objetos matemáticos en múltiples sistemas de representación dentro de esquemas interactivos. Por último, Cantoral (2005) afirma que el uso de las gráficas favorece significativamente el entendimiento del concepto matemático.

En este trabajo para la implementación de la tecnología se utilizó el software educativo Winlab, el cual permitió de manera dinámica que los estudiantes pudieran comprobar o verificar los resultados obtenidos cuando realizaban la conversión en los sistemas de representación algebraico y gráfico.

METODOLOGÍA

El tipo de investigación empleado es el enfoque cuantitativo, debido al planteamiento causa-efecto del problema estudiado. El diseño empleado en esta investigación es el cuasi experimental, con grupo control equivalente. A través de él se podrá contestar en gran medida la hipótesis planteada sobre cuáles fueron los cambios ocurridos o no ocurridos en los estudiantes después de implementar el software (uso de la tecnología) en la enseñanza de la parábola.

Se escogieron 2 grupos de décimo grado: un grupo, de 31 alumnos, fue el grupo experimental y se escogió una muestra intencional de 29 estudiantes. El otro grupo, de 30 alumnos, fue el grupo control, y se tomó una muestra intencional de 28 estudiantes. La muestra intencional tuvo en cuenta la presentación de los test (pre y pos), así como la asistencia a las clases.

Para la aplicación del pretest, se diseñó el Cuestionario RINA, el cual consistió en seis (6) preguntas distribuidas en la conversión de los dos sistemas de representación:

- Tres (3) preguntas, que evalúan la conversión del sistema algebraico al sistema gráfico, correspondiente a los números 1, 3, 6 del pretest.
- Tres (3) preguntas, que evalúan la conversión del sistema gráfico al sistema algebraico, correspondiente a los números 2, 4, 5 del pretest.

- El sistema de puntuación empleado en la prueba RINA para cada pregunta fue el siguiente:

- 1 punto si la respuesta y la justificación son correctas.
- 0 punto si la respuesta es correcta y la justificación incorrecta.
- 0 punto si la respuesta y la justificación son incorrectas.

Para efectos de la confiabilidad del pretest y el postest se aplicó el método de Kuder- Richardson, el cual arrojó un índice de confiabilidad de 0,738. La fórmula de este método se usa para estimar la confiabilidad de los test en que los ítems se califican con 1 ó 0 (Magnusson, 1993:145).

El objetivo de la aplicación del pretest era asegurar que no había diferencia significativa en cuanto al conocimiento de la parábola antes de aplicar la metodología al grupo experimental. Luego de asegurar que no había diferencia significativa, se le aplicó al grupo experimental el software educativo Winlab, con las actividades programadas durante 9 sesiones de 2 horas cada una. La metodología consistió en dar las clases de la parábola (como sección cónica) con el software; mientras que el grupo control recibió las mismas clases, pero sin la utilización del software Winlab.

Posteriormente se diseñó y se aplicó un postest, equivalente al pretest, con un índice de confiabilidad de 0,826, en ambos grupos.

Como complemento se realizó una entrevista al final de la implementación de la tecnología para una evaluación no estadística del software educativo Winlab, para así obtener una valoración cualitativa de la metodología empleada.

RESULTADOS

Para el análisis de los resultados se escogió una prueba estadística adecuada teniendo en cuentas si los puntajes provenían o no de una distribución normal. Se escogió para todo el análisis un nivel de confiabilidad del 95% ($\alpha = 0.05$)

Los resultados son los siguientes:

- Comparación del pretest entre el grupo control y experimental.

A los puntajes obtenidos del pretest usado para ambos grupos se les aplicó la prueba no paramétrica W de Mann-Whitney (Wilcoxon) para comparar medianas, porque las poblaciones de donde se obtuvieron las muestras no son normales. Los resultados de la prueba aplicada están en el siguiente cuadro No. 1:

El valor p (nivel más bajo de significancia en el cual el valor observado del estadístico de prueba es significativo) obtenido en el total fue de 0,262525. Debido a que el valor p es mayor ó igual que 0,05, no hay diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un 95,0%. Esto indica que se acepta H_0 , por lo tanto, no hay diferencia significativa en la articulación de los sistemas de representación entre el grupo experimental y el grupo control.

- Comparación del postest entre el grupo control y experimental

Para comparar los puntajes del postest entre el grupo control y el grupo experimental se aplicó la prueba no paramétrica de W de Mann-Whitney (Wilcoxon) para comparar medianas, porque los puntajes no tienen una distribución normal. Los resultados obtenidos están en el siguiente cuadro No. 2:

Cuadro 1

Comparación del pretest entre el grupo control y experimental

Categoría	Grupo control		Grupo experimental		Comparación
	Mediana	# de sujetos	Mediana	# de sujetos	Valor p obtenido
Articulación	0.0	25	1.0	29	0,262525

Cuadro 2
Comparación del postest y entre el grupo control y el experimental

Grupo control			Grupo experimental		Comparación
Categoría	Mediana	# de sujetos	Mediana	# de sujetos	Valor p obtenido
Articulación	3,0	25	4,0	29	0,0291848

- Del cuadro No. 2 se observa que el p valor es menor que 0,05. Debido a que el valor p para esta prueba es menor que 0,05, se puede rechazar la hipótesis nula con un 95,0% de confianza y se acepta la hipótesis de trabajo H_1 . Esto significa que sí hay diferencia significativa entre los alumnos del grupo experimental y el grupo control en la articulación de los sistemas algebraico y gráfico, lo cual confirma la relación causal entre la variable independiente y la variable dependiente.

Además del análisis estadístico, se le realizó una entrevista escrita a los estudiantes con el fin de determinar qué atributos de la parábola les permitieron apreciar la utilización del software Winlab y que valoraran la aplicación del mismo en las clases. En las respuestas a los interrogantes aparecieron, en el lenguaje de los estudiantes, expresiones alrededor de la visualización y palabras como aprender y comprender. A continuación se presentan algunas de estas respuestas:

Visualización

- La actividad en la sala de Internet ya que se nos **facilitó ver una parábola** desde diferentes puntos de vista.
- Es más fácil ya que te muestra los resultados de una **forma más clara**.
- Se ve la parábola con **otros puntos de vista**.

Aprender

- Durante las actividades realizadas con la enseñanza de la parábola me sentí que **aprendía**.
- Me sentí bien, a gusto ya que **aprendí** y profundice sobre el tema la parábola que todavía no me había quedado bien claro y me sirvió como punto de apoyo más.
- Me gustó que pueda **aprender** más fácilmente sobre la parábola, ya que para mí es un tema que se me dificulta.

Comprender

- Lo que más me gustó, que se trabajara con una nueva forma de

la que veníamos trabajando, lo que nos ayuda a **comprender** más ampliamente el tema.

- Lo que más me gustó es la forma como te da las respuestas **y las múltiples formas didácticas para operarse**.
- Pues me parece que es un software muy bueno ya que se **aclara** uno muchas dudas.

CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos en las diversas pruebas se elaboraron las siguientes conclusiones:

- Los resultados estadísticos indican que sí hubo diferencia significativa en la articulación de los sistemas de representación entre el grupo experimental y el grupo control. Este hecho confirma la relación causal entre la variable independiente y dependiente planteada en la presente investigación.
- El procedimiento estadístico permite establecer que la articulación de los sistemas de representación de los estudiantes alcanza una mejor comprensión si se desarrollan empleando la tecnología computacional, corroborando lo expuesto por Wennzelburger (1991), quien afirma que las representaciones múltiples con el software ofrecen una nueva oportunidad; ya que bien planeado, el trabajo puede ser provechoso.

- El análisis cualitativo permite afirmar que el uso del software educativo “Winlab” facilitó el aprendizaje en la articulación de los sistemas de representación de la parábola.
- En el análisis cualitativo se puede inferir que el software Winlab facilita la comprensión de la parábola, esto es aplicar la definición genérica de la parábola, y permite una mejor visualización de sus elementos, debido a que el uso de las gráficas favorece significativamente el entendimiento del concepto matemático (Cantoral, 2005).
- De acuerdo con el análisis cualitativo, el software educativo “Winlab” fue valorado de manera positiva por los estudiantes al reconocer que dicho software brinda las herramientas necesarias para comprender la parábola a través de los diferentes sistemas de representación; lo cual es expuesto en los NCTM (2000). A medida que los estudiantes aprenden a usar estas nuevas y versátiles herramientas también pueden considerar formas en las cuales algunas representaciones usadas en la tecnología difieren de las representaciones convencionales.②

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BENÍTEZ PÉREZ, A. (2004).
Estudio exploratorio en la especialidad sobre la construcción de la expresión algebraica “El caso de polinomios” a través de la interpretación gráfica,

numérica y algebraica. Tesis. México: Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. Consultado en: <http://www.matedu.cinvestav.mx/tesis/doctorado2004/resumenAlmaAlicia.doc>

BRUNER, J. (1980). *Investigaciones sobre el desarrollo cognitivo*. Madrid: Pablo del Río. 360 p. (Textos).

CANTORAL, R. (2005). *Desarrollo del Pensamiento Matemático*. México: Trillas.

CORTÉS, J. y GUERRERO, L. (2007) *Actividades de aprendizaje para la geometría analítica en el ambiente interactivo de RecCom*. Consultado en: http://www.fisem.org/descargas/9/Union_009_012.pdf

DUVAL, R. (1992). *Gráficas y Articulación de dos Registros. Antología en Educación Matemáticas*. México: Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Departamento de Matemática Educativa.

DUVAL, R. (1999). *Semiosis y Pensamiento Humano: Registro semióticos y aprendizajes intelectuales*. Cali: Universidad del Valle.

FERNÁNDEZ, F (1997). *Evaluación de competencias en Algebra Elemental a través de problemas verbales*. Tesis doctoral. Universidad de Granada: Departamento de Didáctica de la Matemática.

GARCÍA, L. et al. (2004). *Dificultades en el aprendizaje del concepto de función en estudiantes de ingeniería*. México: Universidad Autónoma de Nuevo León. Consultado en: http://ingenierias.uanl.mx/24/pdfs/24_dificultades_en_el_aprendizaje.pdf

GÓMEZ, P. (1997). *Tecnología y educación matemática: algunas experiencias en el uso de las calculadoras en la enseñanza y aprendizaje de la matemática en Costa Rica*. Compumat.

GÓMEZ, P. y CARRULLA, C. (1999). *La enseñanza de la Función Cuadrática en las matemáticas escolares en el distrito capital*. Bogotá: Universidad de los Andes. Consultado en: <http://ued.uniandes.edu.co/servidor/ued/proyectos/CuadraticasIDEP/html/RepCudAnInst.html>

MAGNUSSON, D. (1993). *Teoría de los tests*. México: Trillas.

NATIONAL COUNCIL of Teachers of Mathematics NCTM. (2000) *Principles and Standards for school Mathematics*. Consultado en: <http://www.agapema.com/period/princ.htm>

SPRINTHALL, N. A. & SPRINTHALL, R.C. (1990). *Educational psychology : a developmental approach*. New York: Mc Graw Hill.

WENZELBURGER, E. (1991). *Ambientes gráficos en microcomputadoras para la construcción del concepto de función en matemáticas. Educación Matemática 3 (2), 67p.*