

NIVEL DE AGRADO Y CONFORT DE LOS ESTUDIANTE USANDO LA CALCULADORA GRÁFICA EN LA CLASE DE ÁLGEBRA ENSECUNDARIA

***Zully Alfonso,**
zullyalfonzo@gmail.com

***José Simón Fermín,**
jsfermin@yahoo.com

****Vena Long,**
vlong@utk.edu

**Instituto Universitario de Tecnología de Cumaná. Venezuela y
**Universidad de Tennessee – Knoxville. USA.*

Recibido: 02/02/2009.

Aceptado: 20/07/2009

Resumen

El propósito de este trabajo fue realizar una comparación del nivel de agrado y confort de estudiantes de álgebra cuando usan calculadora gráfica en las escuelas secundarias del área rural y urbana del estado de Tennessee-Estados Unidos. Para este estudio se seleccionaron 53 estudiantes en el área urbana, mientras que en el área rural se seleccionaron 74 estudiantes. A ambos grupos se les aplicó el Cuestionario sobre la Calculadora Gráfica afín con el nivel de agrado y el nivel de confort usando la calculadora gráfica en actividades relacionadas con la clase de álgebra. Se utilizó el diseño de experimentos de medidas repetidas multivariantes de dos poblaciones – análisis de perfiles. Para el procesamiento de los datos se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 15 para Windows. Se concluyó que existen diferencias entre el ambiente rural y el ambiente urbano en lo relativo al nivel de agrado y confort usando calculadora gráfica en la clase de álgebra.

Palabras clave: calculadora gráfica, escuela rural y urbana, enseñanza de la matemática.

LEVEL OF AFFABILITY AND CONFORT OF STUDENTS USING GRAPHIC CALCULATOR IN ALGEBRA CLASS OF HIGH SCHOOLS

Abstract

The purpose of this study consisted in making a comparison on levels of affability and comfort of students of algebra using graphic calculators in schools of the rural and urban area of the state of Tennessee in the United States. In the urban area were selected two classrooms of algebra classes with a total of 53 students, while in the rural area were selected five algebra classes for a total of 74 students. Both groups of students answered the Questionnaire about the Graphic Calculator asking in relation to affability and comfort using graphic calculators in their class of algebra. The analysis was carried out using the statistical program SPSS for Windows, version 15. The raw data was analyzed using a experiment design with multivariate repeated measures for two groups. These results concluded that there are differences related with the levels of affability and confort of the groups studied using the graphic calculator in the class of algebra.

Key Words: graphic calculator, Rural High and Non-rural High Schools, teaching of mathematics

Introducción

Desde hace más de tres décadas las nuevas tecnologías tales como la computadora, Internet y la calculadora gráfica, han innovado el proceso enseñanza-aprendizaje, particularmente en el campo de las matemáticas. Enseñar usando tecnología ha cambiado la atmósfera del salón de clase y por lo tanto la forma de aprender. Estos avances exigen cambiar los métodos de enseñanza y revisar los planes curriculares para que estén en sintonía con las nuevas tecnologías para la enseñanza de la matemática (Alfonzo, 1998).

Cada vez más escuelas incorporan tecnología en las clases de matemáticas a fin de mejorar el rendimiento, el interés y la motivación del estudiante en esta importante disciplina. El uso adecuado de herramientas electrónicas constituye una oportunidad para crear nuevas formas de aprendizaje que permitan formar hombres y mujeres preparados, creativos e interesados en el mundo que les rodea, con mayor intuición para valorar los conceptos universales de libertad y democracia (Kissane, 1995).

La aparición de la primera calculadora gráfica se produjo en 1986 por Casio y provocó una revolución en la enseñanza y en el aprendizaje de la matemática (Demana y Waits, 1990); en particular, el gobierno de los Estados Unidos ha apoyado la introducción de la tecnología en la sala de clase, hoy es frecuente encontrar las calculadoras gráficas en clases de álgebra en las escuelas secundarias de todo el país (U.S. Department of Education, 1996).

Las posibles diferencias entre la educación rural y urbana no son asunto particular de país alguno, aparecen a nivel mundial en diferentes áreas de interés como la educación, entre otras el rendimiento académico (Fan y Chen, 1999, Raven y Barrick, 1989). Estudios muestran que los estudiantes de las escuelas urbanas presentan un mayor rendimiento en matemáticas, lengua y ciencias que su contraparte en las escuelas rurales (Edington y Koehler; 1987; Lindberg, Nelson y Nelson, 1985).

El Problema

En la clase de álgebra con frecuencia los estudiantes son expuestos a exámenes, tareas y material didáctico, a la realización de gráficas en el pizarrón o utilizando lápiz y papel; la graficación se usa sobre todo para ilustrar conceptos geométricos y en cálculo para visualizar el comportamiento de funciones. Demana y Waits (1990, 1992) afirman que la calculadora gráfica es una novedosa tecnología para la enseñanza de la matemática que facilita al estudiante estas actividades dentro y fuera del aula de clase.

Cabe señalar que el uso adecuado en el aula de clase de la calculadora gráfica representa una herramienta para facilitar la enseñanza de la graficación, resolución de ecuaciones y sistemas de ecuaciones, entre otros objetivos (Alfonzo, 2008) ya que permite ahorrar tiempo en la realización de la gráfica y ofrece precisión en los cálculos.

Las escuelas urbanas generalmente tienen presupuestos más altos y el índice de rendimiento académico es mayor que su correspondiente a escuelas rurales, dichas observaciones fomentan la hipótesis que los estudiantes de estos dos ambientes son disímiles (Sherman, 1992; Haller, Monk y Tien, 1993; Larsen, 1993; Khattri, Riley y Kane, 1997; Farmer, Irvin, Thompson, Hutchins y Leung, 2006).

La aparición de la calculadora gráfica ha llegado muy lejos a distintas esferas de la vida del hombre, lo cual era increíble hace algunos años (Ortiz, 2006). Esta investigación tiene como objeto realizar una comparación para conocer el bienestar y comodidad que sienten los estudiantes de álgebra cuando usan calculadora gráfica en las escuelas de las áreas rural y urbana. Específicamente se centra en buscar si existen similitudes y diferencias en el nivel de agrado y confort de los estudiantes cuando usan la calculadora gráfica para aprender álgebra. La siguiente pregunta guió este trabajo: ¿Existen diferencias en el nivel de agrado y confort de los estudiantes, cuando usan calculadora gráfica en la clase de álgebra en las escuelas del área rural y urbana del estado de Tennessee-Estados Unidos?

Objetivo general

Comparar el nivel de agrado y confort de los estudiantes de álgebra en el uso de calculadora gráfica de una escuela secundaria rural y una urbana del estado de Tennessee-Estados Unidos.

Objetivos específicos

1. Determinar el nivel de agrado de los estudiantes de una escuela secundaria rural del estado de Tennessee-Estados Unidos aprendiendo álgebra con calculadora gráfica.
2. Determinar el nivel de agrado de los estudiantes de una escuela secundaria urbana del estado de Tennessee-Estados Unidos aprendiendo álgebra con calculadora gráfica.
3. Determinar el nivel de confort de los estudiantes de una escuela secundaria rural del estado de Tennessee-Estados Unidos aprendiendo álgebra con calculadora gráfica.
4. Determinar el nivel de confort de los estudiantes de álgebra de una escuela secundaria urbana del estado de Tennessee-Estados Unidos aprendiendo álgebra con calculadora gráfica.
5. Comparar el nivel de agrado de los estudiantes usando calculadora gráfica en la clase de álgebra de una escuela secundaria rural usando calculadora gráfica con su contraparte de la escuela secundaria urbana.
6. Comparar el nivel de confort de los estudiantes usando calculadora gráfica en la clase de álgebra de una escuela secundaria rural usando calculadora gráfica con su contraparte de la escuela secundaria urbana.

Marco Teórico

Desde el punto de vista técnico, las calculadoras gráficas muestran más diferencias que similitudes con las otras calculadoras. La principal es la pantalla de presentación, más grande y como su nombre lo sugiere (Kissanne, 1995) sirve para presentar gráficas de funciones o datos estadísticos, resolución de ecuaciones numéricas, manipulación de matrices, operaciones con series, números complejos, diferenciación e integración; además, son programables, tienen memoria y comunicación con otras calculadoras, computadoras, impresoras y retroproyectores; esto varía entre un modelo y otro de acuerdo con su capacidad (Texas Instruments, 1992).

Además de estas consideraciones de orden técnico, la calculadora gráfica es un recurso didáctico que, si es usado adecuadamente, permite: (a) mayor eficiencia en el proceso

enseñanza aprendizaje, (b) independencia en las actividades y productividad de los estudiantes; además, promueve la creatividad, tal como lo señala Kutzler (2000). El uso didáctico de la calculadora gráfica en el aula lo organiza y diseña el docente, quien a través de actividades de enseñanza-aprendizaje promueve el pensamiento lógico-matemático, la motivación y el autoaprendizaje de los alumnos (Díaz, 2007).

Bialo y Sivin-Kachala (1996) señalan que cuando se incluye la tecnología en el aula se genera un efecto positivo en las actitudes vinculadas al aprendizaje y autoestima del estudiante desde preescolar hasta la universidad. Los estudiantes se sienten más exitosos en la escuela, además son motivados para aprender y aumenta la confianza en sí mismo y auto estima. Kosakowski (1998) expone que esto es particularmente cierto, la tecnología permite a los estudiantes controlar su aprendizaje, en particular cuando pertenecen a grupos dignos de mención como educación especial, escuelas rurales o estudiante provenientes del interior.

Las calculadoras gráficas, a diferencia de las computadoras, permiten el acceso individual y poseen características, tales como ser portátil, liviana y manual, por lo cual puede ser llevada al hogar, a un examen, de viaje, o manipulada en lugares como una biblioteca o sala de estudio. Como herramienta en la enseñanza y aprendizaje de conceptos matemáticos permite al estudiante comprender los conocimientos de una forma paralela a los avances tecnológicos (Kissne, 1995). Educadores e investigadores de diferentes países han puesto atención a los cambios que la didáctica de la matemática ha tenido que hacer para atender los cambios que se han producido con el uso de la tecnología en la enseñanza y aprendizaje de esta asignatura (Ortiz, 2006).

El Consejo Nacional de Profesores de Matemática en Estados Unidos (NCTM, *National Council of Teachers of Mathematics*) que es una organización profesional internacional comprometida con la excelencia de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas para todos los estudiantes recomienda el uso de la calculadora gráfica en todos los niveles educativos. Esta organización presentó el documento intitulado *Principios y Estándares para la Enseñanza de la Matemática* (NCTM, 2000), el cual constituye una guía para que el docente pueda desarrollar una educación matemática de alta calidad. Los principios son seis: Equidad, Currículo, Enseñanza, Aprendizaje, Evaluación y Tecnología. Este último principio establece: “La tecnología es esencial en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas; influye en las matemáticas que se enseñan y estimula el aprendizaje de los estudiantes.”

Para distinguir escuela rural y urbana se considera la densidad demográfica y accesibilidad al área de ubicación de la escuela, como autopistas, carreteras, medios de transporte. El área urbana es definida como un área urbanizada o lugar con una población de 2.500 habitantes o más. Rural se define como un lugar con menos de 2.500 habitantes, también se reconoce por el código postal señalado como rural por la oficina de censo (U. S. Department of Commerce, 1992).

Barcinas (1989) investigó sobre las escuelas rurales y urbanas en Ohio y reportó una significativa diferencia entre unas y otras, esta diferencia incluyó, currícula y presupuesto

asignado por estudiante. Las escuelas rurales están caracterizadas por un número menor de personal docente, administrativo y obrero que el encontrado en las escuelas urbanas.

El interés por la enseñanza de las matemáticas y el uso de la calculadora gráficas como herramienta en las aulas conlleva a los autores a realizar una comparación del agrado y confort de los estudiantes en ambientes diferentes como lo son las zonas rurales y urbanas.

Metodología

El presente estudio se realizó en dos escuelas del estado de Tennessee - Estados Unidos, consistió en la aplicación de una encuesta a estudiantes cursantes de Álgebra I de dos diferentes escuelas secundarias, una clasificada como rural y la otra como urbana, ubicadas en las ciudades de Oneida y Knoxville respectivamente. La data fue recogida durante el año escolar 2003-04.

Se utilizó el diseño de experimentos de medidas repetidas multivariantes de dos poblaciones – análisis de perfiles. En este caso se comparan dos grupos de sujetos independientes y donde los mismos están expuestos a p tratamientos (tests, preguntas) en tiempos sucesivos. Las mediciones tomadas en p condiciones de respuesta están expresadas en las mismas unidades (Timm, 1975). El análisis estadístico de los datos se llevó a cabo mediante el uso del software estadístico SPSS versión 15.0 para Windows.

El estudio se hizo en cuatro fases. La primera fase incluyó las siguientes actividades: formulación del problema, diseño del proyecto, revisión bibliográfica y visita a las potenciales escuelas a participar; en la segunda fase se obtuvo la parte legal para la aplicación de la encuesta: autorización de los distritos, directores, departamentos de matemática, docentes, padres, representantes y estudiantes correspondientes a cada una de las escuelas. La tercera fase fue la aplicación de las encuestas y elaboración de las tablas correspondientes para su estudio estadístico. En la cuarta fase se analizó la data e interpretaron las repuestas para responder las preguntas propuestas en la investigación.

Muestra

La muestra objeto de estudio consistió en dos grupos de estudiantes provenientes tanto del área rural como del área urbana del estado de Tennessee de Estados Unidos. En el área urbana se seleccionaron dos salones de clases con un total de 53 estudiantes, mientras que en el área rural se seleccionaron cinco salones de clases para un total de 74 estudiantes. La edad de los estudiantes que conforman este estudio, está comprendida entre 14 y 18 años.

Instrumentación

A fin de estudiar si los estudiantes se sienten confortables trabajando con calculadora gráfica en el salón de clases se diseñó un cuestionario estructurado en escala Lickert denominado para este estudio “Cuestionario sobre la Calculadora Gráfica” (CCG). Dicho instrumento elaborado por el primer autor, constó de siete preguntas con repuestas múltiples llamadas también preguntas cerradas (Fraenkel y Wallen, 2000) referentes al nivel de agrado y confort de los estudiantes al usar la calculadora gráfica en el desarrollo de objetivos de una clase de álgebra, en la escuela secundaria. El instrumento estuvo constituido por siete ítems

los cuales conformaron dos variables. Cada una de dichas variables está teóricamente definida de la siguiente manera:

1. Nivel de agrado es el nivel de complacencia, gusto y placer por algo (García-Pelayo, 1987).

2. Nivel de confort se refiere a un conjunto de cosas y bienes necesarios para vivir a gusto y descansadamente (García-Pelayo, 1987).

Diseño del instrumento: En principio se diseñaron aproximadamente cinco ítems que evaluarían cada una de las categorías, con el fin de realizar una revisión por jueces; esta revisión sirvió para el reajuste de los ítems, tanto en la redacción como en la ubicación de la categoría para evaluar.

Evaluación de los jueces: Se entregó el primer diseño del instrumento a cuatro jueces, dos metodológicos y dos temáticos que evaluaron el instrumento e hicieron las observaciones y los ajustes según cada consideración. Al entregar los instrumentos, se realizó el ajuste tomando en cuenta las observaciones y las sugerencias realizadas por los jueces, las cuales unificaron criterios para obtener el instrumento que se aplicó.

Resultados

A partir de la aplicación del instrumento “Cuestionario de la calculadora gráfica” (CCG), se analizaron los resultados mediante el programa computacional SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) versión 15.0 para Windows, de lo cual se obtuvo un alfa de Cronbach que indica una confiabilidad de 0,756 lo cual denota un nivel alto de precisión para la información suministrada por los participantes. Posteriormente se procedió a realizar un análisis factorial con rotación varimax. La varianza del factor I es 3,021 lo que supone un 43,18% de la varianza total. Se retienen 3 factores después de llevar a cabo su rotación ortogonal. Dichos factores explican el 76,28% de la variabilidad total. Además de ello, se tiene que el primer factor de la matriz de componentes rotados viene definida por los ítems 3, 4, 5, 6, y 7 cuyas saturaciones son respectivamente 0,283; 0,574; 0,889; 0,838 y 0,851. y se obtuvieron 5 factores: ítem3, ítem4, ítem5, ítem6 e ítem7.

En cuanto a la categoría de “nivel de agrado” se observa que tiene un alfa de Cronbach de 0,606 susceptible de aumentar en caso de eliminarse el ítem 1 como el ítem 3. (Es decir, 0,665 y 0,609, respectivamente) Con respecto a la categoría “nivel de confort” se observa que tiene un alfa de Cronbach de 0,811, que denota un alto nivel de precisión para la información suministrada por los participantes, capaz de aumentar en caso de eliminarse el ítem 4. (0,877).

Se presentan las tablas 1 y 2 que contienen el conjunto de datos recolectados en el CCG aplicado a los estudiantes de álgebra de las áreas rural y urbana. Estos datos se han expresado en forma de porcentajes. En la Tabla 1 se presenta el conjunto de repuestas totalizadas correspondiente a las preguntas 1, 2 y 3, denominadas en esta investigación como *Q1*, *Q2* y *Q3*, las cuales están relacionadas con el nivel de agrado de los estudiantes con la calculadora gráfica y la clase de Álgebra I. Las preguntas se enunciaron en CCG de la siguiente manera:

Q1: ¿Que tanto te gusta la clase de álgebra I?

Q2: ¿Qué tanto te gusta la clase de álgebra I usando la calculadora gráfica?

Q3: ¿Qué tanto te ayuda la calculadora gráfica para entender mejor la clase de álgebra I?

Los estudiantes participantes en el estudio respondieron las preguntas *Q1*, *Q2* y *Q3* usando una escala de 5 puntos donde las posibles repuestas a estas preguntas eran: (5) mucho, (4) bastante, (3) neutral, (2) poco y (1) nada.

Tabla 1. Data recolectada de las preguntas 1,2 y 3, expresada en porcentajes

Pregunta	1		2		3		4		5	
	U	R	U	R	U	R	U	R	U	R
<i>Q1</i>	13,20	22,97	20,74	24,32	47,16	40,54	5,66	4,05	15,09	4,05
<i>Q2</i>	13,20	13,51	30,18	28,37	26,41	50	13,20	5,41	18,51	2,70
<i>Q3</i>	24,52	33,78	32,07	39,19	22,64	18,92	5,66	4,05	15,09	0

Nomenclatura:

U: Urbana R: Rural

(1) mucho, (2) bastante, (3) neutral, (4) poco y (5) nada

El 48 % de los estudiantes pertenecientes a la escuela rural se sienten a gusto en la clase de álgebra mientras que sólo el 34 % de los estudiantes pertenecientes a la escuela urbana respondieron estar a gusto con la misma como herramienta útil para la continuidad académica. Cabe señalar que el 43% de los estudiantes pertenecientes a la escuela urbana, mostraron mayor agrado por la clase de álgebra usando la calculadora gráfica, que los pertenecientes a la escuela rural. Se supone que este resultado se debe a que los estudiantes que habitan las regiones urbanas están más en contacto con los avances tecnológicos que los pertenecientes a las escuelas rurales. Con respecto a la pregunta ¿Que tanto ayuda el uso de la calculadora gráfica en el entendimiento de la clase de álgebra?, el 73 % de los estudiantes del área rural respondieron mucho y bastante, siendo dicho valor muy superior al valor mostrado del 59% de los estudiantes de la zona urbana. Esto se debe, probablemente, a que los estudiantes de la zona rural no están en contacto con el uso de la tecnología en el proceso de enseñanza-aprendizaje. De tal manera que los estudiantes de la zona rural, se sienten motivados con el proceso de enseñanza-aprendizaje de la clase de álgebra al iniciarse en el uso de dicha tecnología.

La Tabla 2 resume en forma de porcentaje las respuestas a las preguntas 4, 5, 6 y 7, denominadas en esta investigación como *Q4*, *Q5*, *Q6* y *Q7*, las cuales están relacionadas con el nivel de confort de los estudiantes usando la calculadora gráfica, mientras llevaba a cabo una actividad sugerida: *Q4*, examen; *Q5*, durante la clase; *Q6*, haciendo tarea y *Q7*, trabajando en grupo. Los participantes encuestados respondieron las preguntas usando una escala de cinco puntos conformada de la siguiente manera: (1) muy confortable (2) confortable (3) neutral (4) inconfortable y (5) muy inconfortable.

Tabla 2. Data recolectada a las preguntas 4, 5,6 y 7, expresada en porcentajes.

Actividad	1		2		3		4		5	
	U	R	U	R	U	R	U	R	U	R
Q4 Examen	31,48	21,62	18,52	28,38	31,48	31,08	9,25	5,43	7,41	13,51
Q5 Durante las clases	42,59	47,30	31,48	32,43	22,22	6,76	0	8,11	1,85	5,43
Q6 Realizando tareas escolares	51,85	41,89	25,93	28,38	14,81	16,21	3,70	4,05	1,85	9,46
Q7 Trabajando en grupo	40,74	48,65	33,33	31,08	20,37	10,81	0	1,35	3,70	8,11

Nomenclatura:

U: Urbana R: Rural

(1) muy comfortable (2) comfortable (3) neutral (4) inconfortable e (5) muy inconfortable

Alrededor del 80% de los estudiantes pertenecientes a la escuela rural mostraron mucho confort al usar la calculadora gráfica durante las horas de clases. Dicha cifra es superior al 70% mostrado por los estudiantes pertenecientes a la escuela urbana. Sin embargo, el comportamiento de los estudiantes pertenecientes tanto de la escuela rural como el de las escuelas urbanas fue bastante similar mientras realizaban actividades relacionadas con la calculadora gráfica, durante los exámenes o cuando trabajaban en grupo.

Análisis

Análisis de la preguntas Q1, Q2 y Q3

Para analizar el conjunto de datos obtenidos al aplicar el cuestionario en su parte correspondiente a nivel de agrado de la calculadora gráfica entre los dos grupos de estudio, se aplicó el diseño de medidas repetidas multivariantes. Los estudiantes participantes en este estudio respondieron las preguntas Q1, Q2 y Q3 usando una escala de 5 puntos donde, (5) mucho, (4) bastante, (3) neutral, (2) poco y (1) nada

En este estudio, sea

x_1 corresponde a las repuestas en la escala de 5 puntos a la pregunta Q1.

x_2 corresponde a las repuestas en la escala de 5 puntos a la pregunta Q2

x_3 corresponde a las repuestas en la escala de 5 puntos a la pregunta Q3

Las medias poblacionales son las respuestas promedio a las p=3 preguntas para las poblaciones del ambiente rural y urbano. Asumiendo una matriz de varianza-covarianza Σ . El interés es determinar si los perfiles del ambiente rural y urbano son los mismos.

En este estudio los Q_s son las preguntas del instrumento y representan una condición. Cada pregunta de la encuesta significa una condición para el análisis. T^2 es usado para probar la hipótesis nula H_0 . Se rechaza si el valor α observado para el valor T^2 excede al valor crítico

T^α . Si la hipótesis nula H_0 es rechazada, entonces existen diferencias significativas entre las dos poblaciones.

Para muestras independientes de tamaño n_1 y n_2 , provenientes de las dos poblaciones (ambiente rural y urbano) se pueden formular las siguientes hipótesis nulas (Johnson y Wichern, 2002):

H_{01} : Los perfiles para los dos grupos (rural y urbano) son paralelos.

H_{02} : Existen diferencias entre condiciones (nivel de agrado).

H_{03} : Existen diferencias significativas entre los grupos.

La primera hipótesis que se desea contrastar en este estudio es la de paralelismo o la hipótesis de la condición interacción (nivel de agrado) por grupo (ambiente rural y urbano). El test de paralelismo de perfiles en término de los parámetros viene dado por:

$$H_{01} : \begin{bmatrix} \mu_{11} - \mu_{12} \\ \mu_{12} - \mu_{13} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mu_{21} - \mu_{22} \\ \mu_{22} - \mu_{23} \end{bmatrix}$$

Puesto que $T^2=1,329$ es menor que el valor crítico de $T_{2,126}^{0.05} = 6.196$ para $\alpha=0.05$, entonces H_{01} , la hipótesis de paralelismo, no se rechaza.

Si H_{01} se acepta, es decir, no existe interacción nivel de agrado en los grupos, entonces H_{02} se puede probar en términos de los parámetros del modelo

$$H_{02} : \frac{\mu_{11} + \mu_{21}}{2} = \frac{\mu_{12} + \mu_{22}}{2} = \frac{\mu_{13} + \mu_{23}}{2} ,$$

La hipótesis H_{02} diferencia en condiciones (nivel de agrado) se rechaza al nivel de significancia $\alpha=0.05$, si $T^2=2750,32$ es mayor que $T_{2,126}^{0.05} = 6.196$. Por esto la hipótesis alternativa de no diferencia en el nivel de agrado se rechaza. Esto es, las respuestas a las preguntas sobre nivel de agrado $Q1$, $Q2$ y $Q3$ son diferentes.

La hipótesis H_{03} de que no hay las diferencias significativas entre los grupos, en términos de parámetros es:

$$H_{03} : \begin{bmatrix} \mu_{11} \\ \mu_{12} \\ \mu_{13} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mu_{21} \\ \mu_{22} \\ \mu_{23} \end{bmatrix}$$

H_{03} es rechazada al valor significativo de $\alpha=0,05$ si $T^2 > T_{2,126}^{0.05} = 6,196$. Dado que $T^2=10,716$ es mayor que $T_{2,126}^{0.05} = 6,196$, se concluye que existen diferencias entre el ambiente rural y el ambiente urbano.

Dado que se rechazó H_{02} se desea determinar los intervalos de confianza simultáneos para hallar las diferencias en las condiciones, es decir el nivel de agrado de los estudiantes de álgebra I con el uso de la calculadora gráfica mediante la expresión:

$$c'\bar{y}_{..} - c_0 \sqrt{\frac{c'Sc}{N_1 + N_2}} \leq c'\bar{\mu}_{..} \leq c'\bar{y}_{..} + c_0 \sqrt{\frac{c'Sc}{N_1 + N_2}} \quad (1)$$

Donde, $c_0^2 = T^\alpha(p-1, N_1 + N_2 - 2)$ y el vector $\bar{\mu}_{..}$ es usado para denotar la media de la población,

$$\bar{\mu}_{..} = \frac{(N_1\mu_1 + N_2\mu_2)}{N_1 + N_2},$$

Para las diferentes condiciones (nivel de agrado) con $c_0 = \sqrt{6.196} = 2.4892$, los siguientes contrastes son evaluados:

$$\begin{array}{ll} \psi_1 = \mu_1 - \mu_3 & \hat{\psi}_1 = 3.3055 - 3.715 = -0.4095 \\ \psi_1 = \mu_2 - \mu_3 & \hat{\psi}_1 = 3.2485 - 3.715 = -0.4665 \\ \psi_1 = \mu_1 - \mu_2 & \hat{\psi}_1 = 3.3055 - 3.2485 = 0.057 \end{array}$$

Los errores estándar para estos contrastes se obtienen de

$$\sqrt{\frac{c'Sc}{N_1 + N_2}},$$

donde c es seleccionada tal que: $\psi_i = c'y$. Por lo tanto, para cada ψ considerado,

$$\hat{\sigma}_{\hat{\psi}_1} = 0.1378527$$

$$\hat{\sigma}_{\hat{\psi}_2} = 0.0997045$$

$$\hat{\sigma}_{\hat{\psi}_3} = 0.1071939$$

Evaluando la expresión (1) la cual, escrita en forma general, viene dada de la siguiente manera:

$$\hat{\psi}_i - c_0\hat{\sigma}_{\hat{\psi}_i} \leq \psi_i \leq \hat{\psi}_i + c_0\hat{\sigma}_{\hat{\psi}_i} \quad (2)$$

Se obtiene un intervalo para cada contraste,

$$-0.752643 \leq \mu_1 - \mu_3 \leq -0.066357, \text{ s}$$

$$-0.714685 \leq \mu_2 - \mu_3 \leq -0.218315, \text{ s}$$

$$-0.209827 \leq \mu_1 - \mu_2 \leq 0.3238271, \text{ ns}$$

El valor es significativo (s) si el cero está fuera intervalo. Se considera el valor no significativo (ns) cuando cero pertenece al intervalo.

II. Análisis de la preguntas Q4, Q5, Q6 y Q7

Para analizar el conjunto de datos obtenidos de nivel de confort de la calculadora gráfica. Los estudiantes participantes en este estudio respondieron las preguntas Q4, Q5, Q6 y Q7 usando una escala de 5 puntos. (1) muy comfortable (2) comfortable (3) neutral (4) inconfortable e (5) muy inconfortable

La primera hipótesis que se desea contrastar en este estudio es la de paralelismo o la hipótesis de interacción condición (nivel de confort) por grupo (rural y urbano). El test de paralelismo de perfiles en términos de los parámetros, viene dado por:

$$H_{01} : \begin{bmatrix} \mu_{11} - \mu_{12} \\ \mu_{12} - \mu_{13} \\ \mu_{13} - \mu_{14} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mu_{21} - \mu_{22} \\ \mu_{22} - \mu_{23} \\ \mu_{23} - \mu_{24} \end{bmatrix}$$

Puesto que el valor de $T^2 = 2,874$ es menor que el valor crítico de $T_{3,125}^{0.05} = 8,181$ para $\alpha=0,05$, H_{01} la hipótesis de paralelismo no se rechaza.

Si H_{01} se acepta no existe interacción condición (nivel de confort) por grupo (ambiente rural y urbano), entonces H_{02} se puede probar en términos de los parámetros del modelo:

$$H_{02} : \frac{\mu_{11} + \mu_{21}}{2} = \frac{\mu_{12} + \mu_{22}}{2} = \frac{\mu_{13} + \mu_{23}}{2} = \frac{\mu_{14} + \mu_{24}}{2} ,$$

La hipótesis H_{02} , diferencia en condiciones (nivel de confort), se rechaza al nivel de significancia $\alpha=0.05$ si $T^2=3621,47$ es mayor que $T_{3,125}^{0.05} = 8,181$. Por esto la hipótesis de no diferencia en el nivel de confort de los estudiantes del curso de álgebra usando la calculadora gráfica se rechaza. Esto es la respuesta a las preguntas nivel de confort al usar una calculadora gráfica durante la realización de: exámenes, durante la clase, haciendo tareas o trabajando en grupo, usando una escala de cinco puntos, $Q4$, $Q5$, $Q6$ y $Q7$ son diferentes.

La hipótesis H_{03} , de que no hay las diferencias significativas entre los grupos (ambiente rural y urbano), en términos de parámetros es:

$$H_{03} : \begin{matrix} \mu_{12} = \mu_{22} \\ \mu_{13} = \mu_{23} \end{matrix}$$

Debido a que el valor de $T^2 = 2,971$ es menor que el valor crítico de $T_{3,125}^{0.05} = 8.181$ para $\alpha=0.05$, la hipótesis de no diferencia en nivel de confort de los estudiantes del curso de álgebra I usando la calculadora gráfica no se rechaza.

Dado que se rechazó H_{02} , se desea determinar intervalos de confianza simultánea para hallar las diferencias en las condiciones, es decir, nivel de motivación y agrado de los estudiantes de álgebra I con el uso de la calculadora gráfica, mediante la expresión:

$$c'\bar{y}_{..} - c_0 \sqrt{\frac{c'Sc}{N_1 + N_2}} \leq c'\bar{\mu}_{..} \leq c'\bar{y}_{..} + c_0 \sqrt{\frac{c'Sc}{N_1 + N_2}} ;$$

es evaluado para: $c_0 = \sqrt{8.181} = 2.8602$.

Para las diferentes condiciones (nivel de confort) con $c_0 = \sqrt{8,181} = 2,8602$ los siguientes contrastes son evaluados:

$$\begin{array}{ll} \psi_1 = \mu_1 - \mu_4 & \hat{\psi}_1 = 2.51155 - 1.919 = 0.59255 \\ \psi_1 = \mu_3 - \mu_4 & \hat{\psi}_1 = 1.9597 - 1.919 = 0.0407 \\ \psi_1 = \mu_2 - \mu_4 & \hat{\psi}_1 = 1.88395 - 1.919 = -0.03505 \\ \psi_1 = \mu_1 - \mu_2 & \hat{\psi}_1 = 2.51155 - 1.88395 = 0.6276 \end{array}$$

Los errores estándar para estos contrastes se obtienen de

$$\sqrt{\frac{c'Sc}{N_1 + N_2}} ,$$

donde c es seleccionada, para cada ψ considerado,

$$\begin{aligned}\hat{\sigma}_{\hat{\psi}_1} &= 0.1243 \\ \hat{\sigma}_{\hat{\psi}_2} &= 0.0873925 \\ \hat{\sigma}_{\hat{\psi}_3} &= 0.0726622 \\ \hat{\sigma}_{\hat{\psi}_4} &= 0.1179537\end{aligned}$$

Para evaluar la expresión (2), la cual en general es de la forma

$$\hat{\psi}_i - c_0 \hat{\sigma}_{\hat{\psi}_i} \leq \psi_i \leq \hat{\psi}_i + c_0 \hat{\sigma}_{\hat{\psi}_i} \quad (2)$$

Se obtiene un intervalo para cada pregunta:

$$\begin{aligned}0.2368931 &\leq \mu_1 - \mu_4 \leq 0.9482069, \text{ s} \\ -0.20926 &\leq \mu_3 - \mu_4 \leq 0.29066, \text{ ns} \\ -0.242878 &\leq \mu_2 - \mu_4 \leq 0.1727783, \text{ ns} \\ 0.2902287 &\leq \mu_1 - \mu_2 \leq 0.9649713, \text{ s}\end{aligned}$$

Conclusiones

Esta investigación estudió similitudes y diferencias tanto en el nivel de agrado y el nivel de confort entre estudiantes de álgebra de una escuela secundaria rural versus estudiantes de la escuela secundaria urbana del estado de Tennessee-Estados Unidos, se presentan las siguientes conclusiones:

1. El cuestionario obtuvo un alfa de Cronbach que indica una confiabilidad de 0,756 lo cual denota un nivel alto de precisión para la información suministrada por los participantes. Posteriormente se procedió a realizar un análisis factorial con rotación varimax. La varianza del factor I es 3,021 lo que supone un 43,18% de la varianza total. Se retienen 3 factores después de llevar a cabo su rotación ortogonal. Dichos factores explican el 76,28% de la variabilidad total. Además de ello, se tiene que el primer factor de la matriz de componentes rotados viene definida por los ítems 3, 4, 5, 6, y 7 cuyas saturaciones son respectivamente 0,283; 0,574; 0,889; 0,838 y 0,851. y se obtuvieron 5 factores: ítem3, ítem4, ítem5, ítem6 e ítem7.
2. En cuanto a la categoría de “nivel de agrado” se observa que tiene un alfa de Cronbach de 0,606 susceptible de aumentar en caso de eliminarse el ítem 1 como el ítem 3. (Es decir, 0,665 y 0,609 respectivamente) Con respecto a la categoría “nivel de confort” se observa que tiene un alfa de Cronbach de 0,811, que denota un alto nivel de precisión para la información suministrada por los participantes, capaz de aumentar en caso de eliminarse el ítem 4. (0,877).
3. En el estudio del nivel de agrado y confort se encontró que los grupos no son paralelos, es decir se hallan similitudes en los dos grupos.
4. Existen diferencia en el nivel de agrado a la clase de álgebra de los estudiantes y su relación con la calculadora gráfica. Igualmente existen diferencias en el nivel de confort al

usar una calculadora gráfica durante la realización de: exámenes, durante la clase, haciendo tareas o trabajando en grupo.

5. Alrededor del 80% de los estudiantes pertenecientes a la escuela rural mostraron mucho confort al usar la calculadora gráfica durante las horas de clases. Dicha cifra es superior al 70% mostrado por los estudiantes pertenecientes a la escuela urbana.
6. El 48 % de los estudiantes pertenecientes a la escuela rural se sienten a gusto en la clase de álgebra mientras que solo el 34 % de los estudiantes pertenecientes a la escuela urbana respondieron estar a gusto con la misma como herramienta útil para la continuidad académica. Cabe señalar que el 43% de los estudiantes pertenecientes a la escuela urbana, mostraron mayor agrado por la clase de álgebra usando la calculadora gráfica, que los pertenecientes a la escuela rural.
7. El 73 % de los estudiantes del área rural respondieron que el uso de la calculadora gráfica ayuda bastante a entender la clase de álgebra, siendo dicho valor muy superior al valor mostrado del 59% de los estudiantes de la zona urbana.

Recomendaciones

En función de lo anterior, se recomienda:

1. Reconsiderar la categoría “nivel de agrado”.
2. Es necesario continuar realizando estudios de validación con muestras más grandes.

Reconocimiento

Este trabajo fue realizado con el soporte económico del Centro de Colaboración para el Aprendizaje, Enseñanza y Evaluación de la región Apalaches (ACCLAIM por sus siglas en inglés) de los estados Kentucky, Ohio, Tennessee y West Virginia y al apoyo institucional de la Universidad de Tennessee-Knoxville.

Referencias

- Alfonzo, Z. (1998). *La Calculadora Gráfica: Una Alternativa en la Enseñanza de la Matemática*. Trabajo presentado en la Convención Nacional de la AsoVAC 98. Universidad Rafael Bellosó Chacín, Noviembre, 1998, Maracaibo – Zulia - Venezuela.
- Alfonzo, Z. (2008). *Students' comfort when learning with a graphic calculator in rural and non rural high schools*. Disponible: <http://dg.icme11.org/document/get/83>
- Barcinas, J. D. T. (1989). *Comparison of attributes of rural and urban secondary schools and twelfth-grade students in Ohio*. Tesis doctoral sin publicar, The Ohio State University, Columbus.
- Bialo, E. y Sivin-Kachala, J. (1996). The Effectiveness of Technology in Schools: A Summary of Recent Research. *School Library Media Research* [Revista en línea]. Disponible: <http://www.ala.org/ala/aasl/aaslpubsandjournals/slmrb/editorschoiceb/infopower/selectbialohtml.cfm> [Consulta: 03/08/ 2006].

- Demana, F. y Waits B. (1990). *The Role of Technology in Teaching Mathematics*. Disponible: <http://www.math.ohio-state.edu/~waitsb/papers/roleofgraphcalc.pdf> [Consulta: 01/11/2003].
- Demana, F. y Waits, B. K. (1992). *A computer for all students*. Disponible: <http://emptweb.mps.ohiostate.edu/dwme/publications/papers/roleofgraphcalc.pdf> [Consulta: 01/11/2003].
- Díaz, E. (2007). La calculadora gráfica como recurso didáctico en la enseñanza de las matemáticas: resolución de sistemas de ecuaciones lineales. *Revista Iberoamericana de Educación Matemática*. N° 12. Disponible <http://www.fisem.org/> [Consulta: 30/10/2008].
- Edington, E. D. y Koehler, L. (1987). *Rural student achievement: elements for consideration*. Las Cruces, NM: New Mexico State University. (Documento ERIC n. ED289658)
- Fan, X. y Chen, M. (1999). Academic Achievement of Rural School Students: A Multi-Year Comparison with Their Peers in Suburban and Urban Schools. *Journal of Research in Rural Education*, Vol. 15. N° 1. Disponible: <http://jrre.psu.edu/articles> [Consulta: 30/08/2004]
- Farmer, T. W., Irvin, M. J., Thompson, J. H., Hutchins, B. C. y Leung, M.-C. (2006). School adjustment and the academic success of rural African American early adolescents in the Deep South. *Journal of Research in Rural Education*, Vol.21, N° 3 Disponible: <http://jrre.psu.edu/articles>. [Consulta: 08/12/2007].
- Fraenkel, J. y Wallen N. (2000). *How to Design and Evaluate Research in Education*. Cuarta edición. McGraw Hill Higher Education.
- García-Pelayo, R. (1987). *Diccionario Básico Escolar*. Editorial Larousse.
- Texas Instruments. (1992). *Guidebook TI - 81 Graphics Calculator*. Manual desarrollado por el personal de Comunicaciones Instruccionales de Instrumento Texas con la colaboración de Christensen, B.; Demana, F.; Ferrio, L.; Milheron, P.; Powers, J.; Prickett, T.; Santucci, D.; Waits, B.
- Johnson, R. y Wichern, D. (2002). *Applied Multivariate Statistical Analysis*. Quinta edición. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey 07458.
- Khatti, N., Riley, K. y Kane, M. (1997). Students at risk in Poor, Rural Areas: A Review of the research. *Journal of Research in Rural Education*, Vol.13, N° 2 Disponible <http://jrre.psu.edu/articles> [Consulta: 12/12/2007].
- Kissane, B. (1995). *The Importance of Being Accessible: The Graphics Calculator in Mathematics Education*. Procedente de La Primera Conferencia Asiática de Tecnología en Matemática, Singapore, Asociación de Educadores de Matemática, Singapore, 161-170. Disponible: <http://wwwstaff.murdoch.edu.au/~kissane/papers/ATCM95.pdf> [Consulta: 10/10/2008].
- Kosakowski, J. (1998). *The benefits of Information Technology*. Documento ERIC n.ED420302. Disponible: <http://www.eric.ed.gov/> [Consulta: 08/12/2007].

- Kutzler, B. (2000). The Algebraic Calculator as a Pedagogical Tool for Teaching Mathematics. *International Journal of Computer Algebra in Mathematics Education*, 7(1), 5-23. <http://www.covenantchristian.org/bird/Smart/Calc1/AlgebraicCalculatorPedtoolKutzler.pdf>. [Consulta: 10/10/2008].
- Larsen, E. (1993). *A survey of the current status of rural education research*. Documento ERIC n. ED366482. Disponible: <http://www.eric.ed.gov/> [Consulta: 08/12/2007].
- Lindberg, D., Nelson, D. y Nelson, K. (1985). *Small high schools in Utah: A status Report*. Documento ERIC n. ED324180. Disponible: <http://www.eric.ed.gov/> [Consulta: 08/12/2007].
- NCTM (2000). *Principles and Standars for School Mathematics*. Versión en Castellano: EDUTEKA (2003). Principios para Matemáticas Escolares. Disponible: <http://www.eduteka.org/PrincipiosMath.php> [Consulta: 10/10/2008].
- Haller, E., Monk, D. y Tien, L. (1993). Small schools and higher-order thinking skills. *Journal of Research in Rural Education*, 9 (2). Disponible: <http://www.jrre.psu.edu/articles/v9,n2,p66-73,Haller.pdf> [Consulta: 08/12/2007].
- NCTM (2000). *Principios para Matemáticas Escolares*. (2003). Traducción al español realizada por EDUTEKA del documento “Principles and Standards for School Mathematics”. Disponible: <http://www.eduteka.org/imprimible.php?num=206&catx=8idSubX=251>
- Ortiz, J. (2006) Incorporación de la calculadora gráfica en el aula de matemática: Una discusión actual hacia la transformación de la práctica. *SAPIENS*. 7(2). Disponible en http://www2.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1317-58152006000200010yln=esynrm=iso. [Consulta: 08/12/2007].
- Raven, M. y Barrick, R. (1989) “The Academic Preparation of Rural and Non Rural Students Prior to Enrollment in a College of Agriculture” *Journal of Agricultural Education*. 33(2). Disponible <http://pubs.aged.tamu.edu/jae/pdf/vol33/33-02-10.pdf> [Consulta: 12/12/2007].
- Sherman, A. (1992). *Falling by the wayside: Children in rural America*. Washington, DC: Children's Defense Fund. Documento ERIC n. ED367528. Disponible: <http://www.eric.ed.gov/> [Consulta: 08/12/2007].
- Timm, N. (1975). *Multivariate Analysis with Applications in Education and Psychology*. Belmont, California: Brooks/ Cole Publishing Company.
- U. S. Department of Commerce. (1992). Archived Information to Assure the Free Appropriate Public Education of all Children with Disabilities. *Defining Rural School Districts and Schools*. Disponible: <http://www.ed.gov/pubs/OSEP95AnlRpt/ch7a-1.html> [Consulta: 05/11/2003].
- U.S. Department of Education. (1996). *Getting America's students ready for the 21st century: Meeting the technology literacy challenge. Un reporte a la Nación sobre Educación y Tecnología*. Junio 29, 1996. Disponible <http://www.ed.gov/about/offices/list/os/technology/plan/national/index.html> [Consulta: 12/12/ 2003].

LOS AUTORES

Zully Alfonzo, Profesora Titular Jubilada
Instituto Universitario de Tecnología Cumaná.
Doctora en Educación desde 1995.
Investigadora en área de educación de la matemática.
zullyalfonzo@gmail.com

José Simón Fermín, Profesor Titular Jubilado
Instituto Universitario de Tecnología Cumaná.
Doctor en Estadística desde 1986.
Investigador en el área de estadística y educación.
jsfermin@yahoo.com

Vena Long, Universidad de Tennessee – Knoxville.
Doctora en Educación Matemática desde 1991
Investigadora en área de educación de la matemática
vlong@utk.edu