

INFLUENCIA DEL SOFTWARE CABRI GEOMETRY II EN EL RENDIMIENTO ACADÉMICO DE LOS ESTUDIANTES DE PRIMER SEMESTRE DE LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS E INFORMÁTICA DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER.

Juan Díaz Valencia

Universidad

Francisco de Paula Santander

Bogotá D.C, Colombia

Grupo de investigación Euler

Mawency Vergel

Universidad

Francisco de Paula Santander

Bogotá D.C, Colombia

Grupo de investigación Euler

Resumen

El siguiente trabajo es fruto de la investigación durante tres semestres en la enseñanza de Geometría, el trabajo no sólo muestra como influye el software en la enseñanza, sino que también deja ver aquellas situaciones donde las variables intervinientes y situaciones fortuitas pueden obstaculizar el normal desarrollo en un proyecto de investigación. El trabajo consistió principalmente en comparar dos métodos de enseñanza, un grupo de prueba donde utilizaron el software Cabri Geometry II, el otro grupo de control que recibió clases normalmente sin ayuda del computador o software. El proyecto se desarrolló en tres fases las dos primeras muestran resultados poco fiables debido a factores que afectaron la confiabilidad y validez de las pruebas, en la tercera etapa se presentan resultados confiables, donde los factores que perturbaron las dos primeras fases fueron corregidos, al final se hicieron pruebas de normalidad, para estar mas seguros en la prueba “t” para comparación de medias.

Introducción

Existe la tendencia a pensar que la utilización de un software matemático mejora el proceso de enseñanza, en el caso de la geometría y ramas afines también se cree que puede ser de gran ayuda; en este proyecto se pretende comprobar que pasaría con la utilización de software para la enseñanza de la geometría dentro de la Universidad Francisco de Paula Santander.

Generalmente se piensa que utilizar las herramientas computacionales puede mejorar el rendimiento academico del estudiante, muchas veces uno no se detiene a pensar bajo que condiciones se aplica un software educativo, si es solamente instalar un software y listo, después colocar unos problemas y ya.

A partir de esto se hace necesario establecer unos objetivos claros de cada experiencia o taller propuesto que satisfaga las expectativas propuestas no solo en el proyecto sino que también se ajusten al currículo propuesto o en su defecto que este pueda servir para reformarlo de acuerdo a las nuevas condiciones de enseñanza y entorno educativo.

Todo lo relacionado con la utilización de herramientas computacionales, o sistemas de calculo simbólico CGS, deben ser experimentados y utilizados dentro todos los ámbitos tanto laborales como educativos, siendo esta la manera de poder decir si realmente los efectos logrados en países desarrollados pueden dar resultados favorables o no dentro de nuestro sistema educativo.

Problema

La proliferación de computadoras personales y programas de computadoras para la enseñanza ha dado origen a que los usuarios se pregunten sobre la posibilidad de un cambio en la metodología de la enseñanza de las matemáticas, y en específico de la geometría al igual si la utilización de estas herramientas como el software Cabri II tiene incidencia en el rendimiento académico de los estudiantes.

Bases teóricas

GEOMETRÍA CON AYUDAS TECNOLÓGICAS. La aplicación de software en la solución de problemas geométricos ha permitido ver que muchos de estos pueden ser analizados y resueltos gráficamente, en este caso el software cumple la función de una mesa de dibujo o un plano adecuado para realizar este tipo de tareas, aquí puede ser mucho más fácil construir una figura geométrica plana con alto grado de precisión, analizar desde paralelismo y perpendicularidad hasta llegar a desigualdad triangular y más.

Un software como el Geometra o el Cabri II, también permite analizar axiomas, verificar si se cumple un teorema e incluso generación de estos, todo mediante el análisis y experimentación por si mismos, claro, esto conlleva a una reestructuración del currículo, debe revisarse los contenidos temáticos para ser adaptados a los software y a partir de estos también solucionar problemas, inventarlos buscando aplicaciones dentro de contextos reales o acordes a las necesidades creadas por el equipo de trabajo o a nivel individual.

No se debe o no se recomienda en un principio dejar problemas en cantidad, sino más bien que con la solución de otros problemas en un tiempo determinado, el estudiante puede analizar paso a paso y construir su propio conocimiento con el uso de esta herramienta computacional, deben escribir sus observaciones y análisis cuando ejecuta cada problema, es claro que cuando está en esta etapa el estudiante ya se ha familiarizado con el uso del software.

El ambiente de trabajo está basado en las construcciones geométricas con regla no graduada y compás, originarias de la geometría griega por lo que la construcción de figuras congruentes debe realizarse ‘por copia a partir de arcos dibujados con compás y no por medio de mediciones¹. El Cabri - Geometra permite realizar el estudio de transformaciones

¹NUEVAS TECNOLOGÍAS Y CURRÍCULO DE MATEMÁTICAS. Documentos lineamientos cur-

y geometría analítica, la diferencia radica en la posibilidad de modificar y reestructurar las construcciones realizadas bajo un ambiente computacional.

Con el acceso a la manipulación directa, la enseñanza de la geometría ofrece un interesante desarrollo hacia la conceptualización y experimentación matemática y en especial cuando se trata de la geometría, la versatilidad y rapidez con que el estudiante puede modelar permite elaborar sus propios esquemas los cuales podrá comparar con esquemas desarrollados por otros estudiantes, profesores o libros.

ENSEÑANZA POR DESCUBRIMIENTO. Una metodología en la enseñanza de las matemáticas es la enseñanza por descubrimiento, basada en el planteamiento de ejercicios a los estudiantes para que lleguen a descubrir determinados conceptos o propiedades y con la ayuda del profesor construyan redes de conocimientos.

Aunque algunos docentes preconizan una enseñanza en la que los estudiantes descubran por sí mismo, sin ayuda del profesor, los conceptos matemáticos y sus propiedades, lo más frecuente que se puede encontrar es lo que puede llamarse “Enseñanza por descubrimiento guiado” en la que el profesor ejerce la función de control, manteniendo el rumbo y dirección del propósito de estudio e indicando definiciones, resultados o procedimientos incorrectos, claro está que se debe permitir que el estudiante explore y satisfaga dudas sobre sus procedimientos planteados.

Esta última parte requiere de una buena preparación del docente en cuanto al manejo de conceptos y del software, humanamente se siente la necesidad de ver o percibir que algún planteamiento o conjetura no funciona, y cuando sucede lo contrario desea constatar si se cumple para un sinnúmero de situaciones similares.

Una de las características en el estudio de la geometría es que se pueden empezar planteando una o varias situaciones nuevas cuya resolución incluye el manejo de los conceptos que se van a estudiar; por otra parte las explicaciones del profesor siempre surgen a partir de los resultados y comentarios de los estudiantes.

Aspectos generales en la utilización del cabri II

Cuando se piensa en utilizar un software geométrico, puede pensarse en el cómo solución a muchos problemas que se presentan frente a la clase tradicional, la facilidad que tienen para graficar diversas situaciones las cuales pueden ser benéficas para desarrollar habilidades de pensamiento en la solución de problemas, que tienen que ver con:

- La comprensión y/o formulación de problemas.
- Comprender las condiciones y variables de un problema.
- Seleccionar o encontrar los datos necesarios, comandos e instrucciones para resolver problemas.
- Formular subproblemas y seleccionar estrategias de solución apropiadas para resolverlos.

- Evaluar la razonabilidad del resultado.

También pueden desarrollar habilidades en los estudiantes para usar el conocimiento en contextos específicos. Para tener éxito en la solución de problemas los estudiantes necesitan conocer como usar un conocimiento matemático específico, cuando usar ese conocimiento y practicar la aplicación de habilidades geométricas aprendidas en la resolución de problemas.

En el momento de utilizar el software Cabri II es importante detenerse periódicamente y reflexionar sobre lo que se está tratando de hacer, sobre lo que se ha hecho, y sobre lo que se aún se necesita hacer, la enseñanza de resolución de problemas debe desarrollar en los estudiantes habilidades para hacer seguimiento, evaluando su pensamiento y progreso mientras resuelve problemas adquiriendo conciencia de lo necesario y útil en cuanto a lo que esta haciendo.

Se debe evitar que el estudiante mecanice procedimientos tratando de solucionar un problema con base en otro que ya se desarrolló, por esto se habla de guías que ayuden al estudiante y creen situaciones de conflicto cognitivo que conlleven a la búsqueda de soluciones y nuevos planteamientos, al igual que encuentre la forma de conceptualizar, en algunos casos pueden llegar a plantear axiomas y conjeturas acerca de sus experiencias.

No se trata de pensar que las herramientas computacionales sea la panacea para solucionar todas las dificultades que se presentan en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas; se trata de abrirles un espacio en el cual estas herramientas puedan mostrar en igualdad de condiciones frente a los demás elementos tradicionales de la clase, su potencialidad y debilidades.

Las herramientas computacionales son puertas de entrada al pensamiento matemático avanzado² que implica: explorar, descubrir, conjeturar, buscar ejemplos y contraejemplos, hacer deducciones, justificar, poner a prueba argumentos y al desarrollo de conceptos matemáticos y geométricos.

Metodología

El tipo de investigación utilizada en este proyecto es descriptivo con un diseño de investigación cuasiexperimental, se debe tener en cuenta que los estudios descriptivos sirven para analizar como es y se manifiesta un fenómeno y sus componentes, y un diseño cuasiexperimental es aquel que se utiliza cuando no es posible asignar al azar los sujetos a los grupos que recibirán los tratamientos experimentales. La de aleatorización introduce problemas de invalidez, interna y externa³.

El experimento se llevó a cabo durante el segundo semestre del 2002, primero y segundo semestre del 2003, en el desarrollo de la propuesta se describen los sucesos y experiencias que se vivieron durante el año y medio de investigación.

²NUEVAS TECNOLOGÍAS Y CURRÍCULO DE MATEMÁTICAS. M. E. N, Pág. 74 - 78.

³METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN, HERNÁNDEZ Sampieri, FERNÁNDEZ Carlos, Ed, McGraw-Hill, cap. 4 y 6.

El experimento se desarrolló en tres etapas, donde cada parte representa un semestre, la población para esta investigación estuvo conformada por todos los estudiantes del grupo A y B, de geometría I, cada semestre se forma estos dos grupos donde en el grupo A se encuentran los estudiantes que están recién ingresados al programa de licenciatura en Matemáticas e Informática y en el grupo B se encuentran los estudiantes repitentes de la materia.

En los dos primeros semestres de la investigación el grupo A de prueba recibió clases con el software Geometra, el grupo B fue el de control, para el segundo semestre del 2003 se conformaron tres grupos el grupo A se dividió en dos quedando un grupo A de prueba y un grupo A de control, estos dos grupos estuvieron dirigidos por un mismo docente, para asignar quienes eran de prueba y de control se hizo una selección azar con números aleatorios.

Se procedió a comparar los grupos antes y después de la utilización del software, en la prueba final correspondiente a la tercera parte del segundo semestre del 2003 se aplico una prueba diagnostica (pretest), para medir el rendimiento académico se utilizaron las notas definitivas en las asignaturas Geometría I y matemáticas I. La escala de medida para las notas es de 0.0 a 5.0 contempladas dentro del reglamento estudiantil.

Se aplico la prueba “t” para la comparación de grupos independientes, antes de este procedimiento se hizo la prueba de normalidad, independencia y homogeneidad de varianzas, el nivel de significancia para los cálculos fue del 0,05 conocido como α además en el experimento final se tuvo en cuenta las fuentes de invalidez que pudieran entorpecer o proporcionar resultados dudosos no recomendables tal como ocurrió en las dos primeras etapas del proyecto.

Los procesos estadísticos se realizaron con ayuda del SPSS software estadístico, el concepto del valor p es aprovechado ampliamente par realizar las pruebas de hipótesis, con frecuencia se hace al valor p como el nivel de significancia observado, que es el nivel mas bajo al que se puede rechazar la hipótesis nula para el conjunto de datos en estudio, se utilizó la siguiente regla de decisión:

- Si el valor $p \geq \alpha$, la hipótesis nula no se rechaza.
- Si el valor $p < \alpha$, la hipótesis nula se rechaza⁴.

Se utilizaron las evaluaciones que se hacen en las fechas estipuladas por la universidad, el estudiante debe mostrar la capacidad de comprensión en la resolución de cada pregunta formulada, y el rendimiento está evaluado por la nota definitiva; los estudiantes que desertaron no fueron tenidos en cuenta para la obtención de los estadísticos.

Para la tercera evaluación fueron tenidas en cuenta algunas de las recomendaciones expuestas en el documento de Lineamientos Curriculares, en la sección 4.3 Implicaciones Para La Evaluación⁵.

⁴ESTADÍSTICA PARA ADMINISTRACIÓN, BERENSON Mark, LEVINE David, Ed. Prentice-hall. Pág 319 - 321.

⁵NUEVAS TECNOLOGÍAS Y CURRÍCULO DE MATEMÁTICAS. M. E. N, Pág. 64 - 65.

Resultados

A continuación se describen los resultados de la tercera fase del proyecto, Para esta nueva etapa se planeó hacer uso de la sala de computo del departamento de matemáticas y estadística allí se encuentran 12 computadoras, el software CABRI II, fue adquirido a través de este proyecto de investigación, y se encuentran ya instalados en cada equipo.

En esta tercera fase se han corregido al máximo los factores que puedan invalidar la prueba como son.

1. Evitar que el grupo control se entere que hay un grupo de prueba y viceversa; bajo ninguna circunstancia se les dijo que forman parte de un experimento.
2. La selección se hizo de forma aleatoria pero el diseño no deja de ser cuasiexperimental, el grupo de prueba ya estaba seleccionado, con ayuda de la tabla de números aleatorios se seleccionaron 20 estudiantes de los cuales 5 estudiantes decidieron no participar, volviéndose a hacer otra selección aleatoria con los 20 estudiantes restantes.
3. El grupo B de Geometría I se mantuvo también lo más alejado posible así evitando comparaciones entre ellos mismos.
4. Las instrucciones sobre el manejo del CABRI II se hicieron con antelación, para evitar distracciones al estar trabajando sobre la asignatura.
5. A cada estudiante se le facilito material como guías, fotocopias y el software Cabri II, sin ningún costo.
6. La ubicación de los estudiantes en la sala de computo del departamento de matemáticas evitó cortes o interrupciones en el desarrollo del proyecto.

Previamente a todo esto se aplicó una prueba diagnóstica en conocimientos matemáticos al grupo de prueba y a los grupos de control. Esto para mirar si se encuentran en igualdad de condiciones en cuanto a sus conocimientos matemáticos, Los grupos de Geometría I. quedaron conformados tal como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1: Frecuencias de los tres grupos 2º Semestre 2003

	Frecuencia	%
Grupo A Prueba	20	33,3
Grupo B Control	21	35,0
Grupo A Control	19	31,7
Total	60	100,0

El grupo A de prueba y de control estuvieron dirigidos por un mismo docente mientras que el grupo B por otro docente, los resultados del promedio en la prueba diagnóstica de conocimientos matemáticos para cada grupo se muestran en la tabla 2.

Tabla 2: Resultados del promedio en la Prueba diagnóstica

GRUPO	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Grupo A Prueba	20	4,65	2,37	0	10
Grupo B Control	21	5,14	1,77	1	9
Grupo A Control	19	3,05	2,78	0	9
Total	60	4,32	2,45	0	10

Tabla 3: Tabla de contingencia Prueba diagnóstico.

Grupo	APRUEBA		Total
	NO	SI	
Grupo A Prueba	14	6	20
Grupo B Control	11	10	21
Grupo A Control	16	3	19
	41	19	60

Aquí se aprecia que ninguno de los tres grupos aprobó en la nota promedio del diagnóstico, la nota aprobatoria es de seis puntos, la máxima nota es de 10 puntos y la mínima es de cero puntos, matemáticamente el mejor promedio es el del grupo B (repitentes).

En las siguientes tablas se muestra los resultados de las pruebas de independencia, normalidad y homogeneidad de varianzas.

Lo que se pretende aquí es verificar si los resultados del test dependen de la forma como quedaron conformados los grupos; al realizar la prueba Chi-cuadrado esta arroja los resultados que aparecen en la tabla 4.

Como $p = 0,095 > 0,05$ indica que la variable aprueba y grupo son independientes, es decir los resultados no dependieron de la forma de cómo se seleccionaron los grupos. La segunda suposición es de **normalidad** generalmente cuando se hace comparación de medias entre grupos se supone que estos están normalmente distribuidos, en el siguiente paso se realizará una prueba de Smirnov-Kolmogorov para verificar normalidad.

En este caso la tabla 5 obtenida con ayuda del SPSS muestra que en la prueba de Smirnov-Kolmogorov cada uno de los valores de p son mayores a 0,05 luego se acepta que los grupos están normalmente distribuidos, pero como el número de individuos por grupo es menor de 50, la prueba de Shapiro-Wilk se despliega mostrando que el grupo A de control en esta prueba difiere de una distribución normal, mientras los otros no a pesar que se hizo selección aleatoria.

La última prueba es la de homogeneidad de varianzas la tabla 6 muestra el resultado obtenido.

Tabla 4: Prueba Chi-cuadrado de independencia

	Valor	gl	Valor p a dos colas
Pearson Chi-Square	4,709	2	0,095

Tabla 5: Prueba de Normalidad

Grupo	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Statistic	gl	p	Statistic	gl	P
Grupo A Prueba	0,191	20	0,053	0,941	20	0,316
Grupo B Control	0,169	21	0,118	0,944	21	0,323
Grupo A Control	0,192	19	0,064	0,878	19	0,019

Tabla 6: Prueba de Homogeneidad de varianzas

Estadístico de Levene	df1	df2	p
1,011	2	57	0,370

Como el p valor de 0,37 es mayor de 0,05 se asume que las varianzas son iguales para los tres grupos.

Una vez comprobada estas suposiciones se procede a realizar la prueba “t” para la comparación de medias, las pruebas se realizaron dos a dos.

Tabla 7: Comparación de medias entre el grupo A de prueba y el grupo A control

Grupo	N	Media	Desviación Estándar
Grupo A Prueba	20	4,65	2,37
Grupo A Control	19	3,05	2,78

Tabla 8: Prueba t para la comparación de medias grupo A de prueba y A de control

Prueba “t” para la igualdad de medias					
t	gl	P	Diferencia de medias	Intervalo de confianza del 95%	
				Inferior	Superior
1,936	37	0,061	1,60	-0,0747	3,27

La tabla 7 muestra los resultados del promedio por grupo y se puede apreciar en la tabla que el valor “t” se encuentra dentro de la zona de no rechazo por lo tanto se acepta la hipótesis nula, además se corrobora con el valor de $p = 0,061 > 0,05$ quiere decir que no existe evidencia para pensar que los grupos difieren entre sí.

al finalizar el proyecto se comparan los grupos con los resultados mostrados en la tabla 9 y 10.

Puede pensarse que existen indicios para asumir diferencias significativas de las notas definitivas promedio entre el grupo de control A y el grupo de prueba A, tanto en Geometría I como en Matemáticas I bajo las condiciones que se describieron al principio de la tercera parte es decir que la utilización del software tuvo incidencia en el rendimiento de las asignaturas de matemáticas I y Geometría I en los estudiantes del grupo de prueba A del segundo semestre del año 2003. Falta analizar que pasó con el grupo A de prueba y el grupo B de control observe las tablas 11 y 12.

Tabla 9: Tabla de promedios definitivos de Geometría I y Matemáticas I. grupos A de prueba y A de control

	Grupo	N	Mean	Desviación Estándar
Geometría I (nota final)	Grupo A Prueba	17	3,288	0,559
	Grupo A Control	18	2,600	0,868
Matemáticas I (nota final)	Grupo A Prueba	17	2,935	0,686
	Grupo A Control	18	2,422	0,778

Tabla 10: Prueba t para muestras independientes

	Prueba para igualdad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias					
	F	P	t	gl	p valor	Diferencia medias	Intervalo del 95%	
							Inferior	Superior
Geometría I	1,244	0,273	2,76	33	0,009	0,688	0,183	1,194
Matemáticas I	0,122	0,729	2,06	33	0,047	0,513	0,007	1,019

Tabla 11: Tabla de promedios definitivos de Geometría I y Matemáticas I. grupos A de prueba y B de control

	Grupo	N	Media	Desviación Estándar
Geometría I (nota final)	Grupo A Prueba	17	3,288	0,559
	Grupo B Control	18	2,839	0,622
Matemáticas I (nota final)	Grupo A Prueba	17	2,935	0,686
	Grupo B Control	8	2,375	0,462

Tabla 12: Prueba t para diferencia entre medias Grupo A prueba y grupo B control

	Prueba para igualdad de varianzas		Prueba t					
	F	p	t	gl	p valor	Diferencia Medias	Intervalo del 95%	
							Inferior	Superior
Geometría I	0,219	0,643	2,243	33	0,032	0,449	0,041	0,857
Matemáticas I	0,792	0,383	2,087	23	0,048	0,560	0,005	1,116

Puede pensarse que existen indicios para asumir diferencias significativas de las notas definitivas promedio entre el grupo de control B y el grupo de prueba A, tanto en Geometría I como en Matemáticas I, decir que la utilización del software tuvo incidencia en el rendimiento de las asignaturas de matemáticas I y Geometría I en los estudiantes del grupo de prueba A del segundo semestre del año 2003.

Observaciones y recomendaciones

El empleo de software geométrico para la enseñanza de la geometría mostró incidencias favorables en cuanto al rendimiento académico y niveles de comprensión en los estudiantes del grupo A de prueba del segundo semestre del 2003.

Las condiciones en las que se desarrollaron estas experiencias son resultados bajo las condiciones expuestas en cada etapa del proyecto, es de notar que los resultados de la primera y segunda etapa no se les da crédito, por las razones validez y confiabilidad.

Una de las falencias de los estudiantes que puede ser un factor en contra e incluso una causa

de deserción es la indecisión con que ingresan al programa de licenciatura en matemáticas e informática, aspecto que puede ser tenido en cuenta para investigaciones posteriores.

Lo anterior implica costos e inversión en la infraestructura física y humana, además adaptar el currículo de matemáticas hacia estas nuevas tecnologías, es necesario que a la vez se busque aplicaciones concretas por parte de los estudiantes y educadores a situaciones cotidianas.

Esta experiencia dejó entrever que se incrementa el trabajo en equipo apuntando a generar nuevas formas de estudio y evaluación que pueden ser positivas tanto para estudiantes como profesores.

Para una mayor confiabilidad en los datos se recomienda seleccionar aleatoriamente el grupo de prueba y control desde un principio con horario estipulado a partir su matrícula, de esta manera trabajar con un experimento verdadero, al igual que se recomienda incrementar las horas de clase con computador al menos a un 80 %.

Bibliografía

- [1] BERENSON M.; LEVINE, D., *Estadística para Administración*. Prentice Hall México. Año 2001, 745p.
- [2] CASTIBLANCO, A., *Nuevas Tecnologías y Currículo de Matemáticas*. M. E. N. Bogotá - Colombia 1999. 81p.
- [3] CASTIBLANCO, A.; MORENO L., *Incorporación de nuevas tecnologías al currículo de matemáticas*. M. E. N. Bogotá - Colombia Año 2002. 337p.
- [4] DÍAZ, L., *Estadística Multivariada: inferencia y métodos*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá Colombia Año 2002. 529p.
- [5] FLOREZ, R., *Hacia una pedagogía del conocimiento*. Mc-Graw - Hill. Bogota - Colombia. Año 1995. 311p.
- [6] FULLER, G.; TARWATER, D., *Geometría analítica*. séptima edición Pearson Educación. México. Año 1999. 435p.
- [7] GUTIERREZ Á.; JAIME, A., *El grupo de las isometrías del plano*. Ed. Síntesis S. A. Madrid - España. Año 1996. 227p.
- [8] KINDLE, J., *Geometría analítica*. Mc-Graw-Hill México. Año 1991. 150p.
- [9] PAGANO, R., *Estadística para ciencias del comportamiento*. quinta edición, Mc-Graw-Hill. México, Año 1999. 550p.
- [10] RICH B., *Geometría*. McGraw-Hill México, Año 1997. 395 p.
- [11] WALPOLE, R., *Probabilidad y estadística para ingenieros*. Prentice-Hall Hispanoamericana S. A México 1999. 739p.