

La utilización de software educativo en la asignatura de Cálculo I de la licenciatura en educación -una experiencia-

**Ma. Cecilia Guillermo y G.
Pedro J. Canto Herrera.**

SINOPSIS

En la Facultad de Educación de la UADY se llevó a cabo un estudio con 10 estudiantes de la Licenciatura en Educación, con el doble propósito de averiguar si la utilización de un sistema experto y solucionador de problemas permitía un mejor aprovechamiento de los estudiantes en el tema de "derivada" y de encontrar si existía diferencia entre la calificación final de los estudiantes que habían finalizado todas las tareas que proponía el sistema experto y la de los que no la terminaron. Los resultados demostraron que el uso de un sistema experto y solucionador de problemas sí ayuda a mejorar el aprovechamiento de los estudiantes y que para ello debe ser necesario dar a éstos tiempo suficiente para que realicen todas las tareas.

Términos clave: <investigación educativa> <investigación en el aula> <enseñanza mediante computadora> <programa de computación> <enseñanza de las matemáticas> <enseñanza universitaria> <enseñanza profesional superior> <rendimiento del alumno> <México>

ABSTRACT

At the Faculty of Education an investigation involving 10 of the students from the B.A. in Education courses was carried out. The purposes of this research were: 1) to find out whether the use of an expert and problem solving system would allow students to improve their rate of achievement on the theme of "derivative", and 2) to learn whether there was a difference between the final grades of the students who had finished all tasks proposed by the expert system and those who did not finish them. results demonstrated that the use of an expert and problem solving system does help to improve the students rate of achievement and also showed that in order to accomplish that students ought to be given time enough to perform all the tasks.

Key Terms: <educational research> <classroom research> <computer assisted instruction> <computer programmes> <mathematics instructions> <college instruction> <professional education> <student achievement> <Mexico>

INTRODUCCIÓN

Desde la década de los ochenta en la Facultad de Educación de la UADY se ha realizado investigación en el área de tecnología educativa. Siempre ha sido una preocupación de los investigadores averiguar nuevas formas de enseñar así como de averiguar como se "aprende" a fin de diseñar medios y materiales de auto aprendizaje mas eficientes. En 1990 se realizó un proyecto para la elaboración de un centro productor de software educativo (CEPROSED). Este proyecto estaba interesado en crear un espacio e infraestructura para la elaboración de los materiales de autoaprendizaje utilizando para ello los avances de la tecnología computacional, así como realizar investigaciones en ésta área que permitieran apoyar al estudiante en el logro de los conocimientos y habilidades. El trabajo que aquí comentamos es el resultado de uno de los trabajos de investigación desarrollado bajo las instancias de este proyecto.

ANTECEDENTES

Las computadoras comenzaron a ser utilizadas como un medio de impartir la enseñanza, de manera que los elementos de materia (reactivos) y su secuencia de exposición, estuviesen adaptados a las diferencias individuales de los alumnos en particular en forma tutorial.

Las primeras experiencias de enseñanza impartida mediante computadora comenzaron en Estados Unidos a principio de 1960 y en Europa en 1965 específicamente en España.

Puede decirse que inicialmente la enseñanza asistida por computadora (EAC) estuvo orientada a incorporar en una máquina los métodos de la enseñanza programada. Esta primera etapa tuvo resultados muy limitados, debido quizá al alto costo de las computadoras y a la poca flexibilidad que permitía la enseñanza programada. En la actualidad con la expansión del uso de la computadora (propiciada por su

abaratamiento) y con el apoyo de otras disciplinas (la comunicación, la psicología educativa, la ingeniería de sistemas entre otras) se han creado sistemas computacionales mas poderosos y eficientes que unido a nuevos enfoques en la instrucción por computadora, permiten la elaboración de programas computacionales mucho mas versátiles y accesibles a los profesores, investigadores, y a los propios estudiantes, dando un giro favorable a su elaboración y por consiguiente a la utilización de la computadora como medio de enseñanza.

En la enseñanza con computadora las diferentes posibilidades son: ejercitación, adiestramiento, simulación, evaluación, y tutorías. En este trabajo el sistema que se utilizó es un sistema experto en su modalidad de tutor. Los programas cuya función es la tutoría, presentan el material de enseñanza y el estudiante interviene directamente interactuando a través de una terminal. La denominación común de programas tutoriales procede del hecho de que para la enseñanza de un tema específico, dichos programas se convierten en sustituto del profesor.

De la primera experiencia obtenida en la primera aplicación del software educativo (1991), se pudo detectar algunos problemas en la operatividad del sistema experto, en su modo entrenador, y la necesidad de utilizar materiales complementarios a fin de estructurar un mejor diseño de las actividades docentes. En esta primera prueba de operatividad, se encontró en el diagnóstico que los estudiantes no pudieron resolver problemas en todas las tareas, excepto en la tarea I (calcular la derivada de una función). En la posprueba los estudiantes tuvieron un bajo rendimiento, ya que solamente fue posible tener prácticas con el sistema para las dos primeras tareas. Como conclusiones de esta primera experiencia, se sugirió revisar y modificar el sistema experto, tener un mayor control en la

práctica de los estudiantes y utilizar otros apoyos didácticos.

Existen estudios que han demostrado la efectividad de la utilización de la computadora como medio de enseñanza. Otros estudios como los realizados por Sanfeliz y Behar (1990) llegaron a la conclusión de que no es la computadora como medio de instrucción la que conduce a mejores resultados en el aprendizaje, sino que es el cuidadoso diseño de los contenidos utilizados para este propósito la principal causa. Esto nos indica que debemos trabajar más en el diseño de los programas y que para ello es necesario un equipo interdisciplinario. También es cierto que estudiantes que requieren de una motivación externa les es más difícil aprender por medio de programas computacionales no así los estudiantes que tienen una motivación intrínseca y eso es conveniente tenerlo en cuenta cuando se quiera implementar un programa de alguna asignatura con el apoyo de la EAC.

¿puede la enseñanza asistida por computadora por medio de un sistema experto mejorar el aprendizaje?
--

El estudio tuvo dos objetivos: 1. Averiguar si el utilizar "EULER" y "CALCULUS" mejora el aprendizaje y 2. determinar dado que algunos estudiantes lograron terminar todas las tareas del sistema inteligente "EULER", si existía diferencia significativa entre los estudiantes que terminaron todas las tareas del sistema experto y los que no la consiguieron, en el aprovechamiento medido como la calificación obtenida en la asignatura de cálculo diferencial, impartida a los estudiantes del cuarto semestre de la carrera de Licenciado en Educación de la especialidad de matemáticas.

Se tenía el propósito de averiguar si la utilización del software educativo en forma de tutor y de resolvidor de problemas permitía a los estudiantes un mejor

aprovechamiento. De otra manera, se pretendía resolver la siguiente pregunta de investigación:

¿Puede la enseñanza asistida por computadora, por medio de la utilización de un sistema experto y un resolvidor de problemas, mejorar el aprendizaje de estudiantes de la Licenciatura en educación en el tema de "Derivada"?

METODOLOGÍA

Sujetos:

La población estuvo compuesta por 10 estudiantes (4 hombres y 6 mujeres) del cuarto semestre de la Licenciatura en Educación, pertenecientes a la generación 90-94, de la especialidad de matemáticas. Fueron todos los estudiantes que estaban cursando la asignatura de cálculo I durante el semestre febrero-julio 1992. Los sujetos del estudio tenían conocimientos previos del tema "derivada", ya que durante la preparatoria llevaron una asignatura que comprendía dicho tema, sin embargo, la mayoría de los sujetos en la administración de la prueba mencionaron que no les había gustado la asignatura y que en promedio tenían más de 3 años de haber recibido instrucción y que no habían vuelto a practicarla. Además los sujetos habían cursado dos semestres de computación y por lo tanto se encontraban familiarizados con su manejo, con la forma de trabajo y con el tipo de lenguaje.

Instrumentos:

como apoyo a la parte práctica de la enseñanza del tema derivada, se utilizaron dos softwares educativos: un sistema experto denominado "EULER", y un sistema resolvidor de problemas denominado "CALCULUS".

El sistema experto "EULER" es entrenador y tutor al mismo tiempo y esta construido con técnicas de inteligencia artificial. Fue desarrollado por el grupo de software educativo del departamento de Cibernética de la Facultad de matemáticas de la Universidad de la Habana.

El sistema resolutor de problemas "CALCULUS" fue diseñado por John Kerney, esta elaborado con el lenguaje de programación TRUE BASIC y resuelve problemas de cálculo. En este caso, el estudiante le proporciona al sistema los ejercicios a resolver y le indica la o las operaciones a realizar.

Se utilizó la misma prueba tanto para el pretest como para el postest. La prueba estuvo compuesta de ocho secciones que correspondían a cada una de las tareas del sistema experto "EULER".

Procedimientos

El estudio se realizó utilizando el diseño preexperimental denominado "diseño de un grupo", con preprueba y posprueba, el cual consta de tres etapas:

1. administración de una prueba preliminar para medir la variable dependiente,
2. aplicación del tratamiento experimental "X" a los sujetos, y
3. administración de una posprueba que mida otra vez la variable dependiente.

En este caso la variable independiente (X) fue la utilización de software como parte práctica de la enseñanza del concepto de derivada, la variable dependiente fue medida a través de una prueba de aprovechamiento para el tema de derivada. Se utilizó la misma prueba de aprovechamiento para la preprueba y la posprueba. De manera complementaria, se utilizó la puntuación obtenida en la asignatura de cálculo I obtenida en el examen ordinario. Por otra parte se observó que al asignar el mismo tiempo para todos los estudiantes, no todos fueron capaces de realizar todas las tareas del sistema experto "EULER", por lo que se consideró la comparación entre estos dos grupos, como un diseño estático de dos grupos.

Diseño	Variable independiente	posprueba
E	X	Y ₂ (Y ₃)
C	X	Y ₂ (Y ₃)

Donde:

E= grupo experimental, formado por los estudiantes que terminaron todas las tareas del Euler.

C= grupo control, formado por estudiantes que no terminaron todas las tareas del Euler.

X= enseñanza utilizando software

Y₂= puntuación en la posprueba

Y₃= puntuación en la asignatura "cálculo I" (Cálculo diferencial).

Se realizaron las siguientes actividades:

Se administró el pretest

A la semana se tenían 1 1/2 horas de práctica y 3 horas de teoría.

Se utilizaron 2 sesiones de entrenamiento en el manejo de los sistemas.

En total se utilizaron ocho sesiones (de 1 1/2 horas) prácticas de entrenamiento y todos los estudiantes tuvieron la misma cantidad de tiempo asignados a la computadora. Cada sesión práctica estuvo organizada de la siguiente manera: se les entregaba a los estudiantes una serie de ejercicios para que realizaran en sus casas. En la primera media hora los estudiantes utilizaban el sistema "Calculus" para revisar sus ejercicios y recibieran retroalimentación inmediata y personal de los mismos; el resto de la sesión lo disponían para trabajar con el sistema EULER en su modo tutor.

Se les aplicó la posprueba y se les solicitó su opinión acerca del trabajo realizado con los sistemas. Se solicitó la calificación final de la asignatura de cálculo I obtenida por los estudiantes en el examen ordinario.

ANÁLISIS DE LOS DATOS

A los estudiantes les resulta interesante, novedoso y divertido trabajar en programas computacionales como apoyo al aprendizaje de una asignatura

Resultados de la prueba diagnóstica

En la prueba diagnóstica los estudiantes obtuvieron una puntuación promedio de 10 con una desviación estándar de 11.85. La puntuación más alta fue de 29 puntos y la más baja fue de cero puntos. Tres sujetos no realizaron ninguna tarea y mencionaron que no lo habían realizado debido a que no recordaban como realizarlo.

Debido a que el promedio del grupo fue muy bajo y que el grupo era muy pequeño, se determinó trabajar con todos los sujetos de la misma manera, esto es, que todos ellos tuvieran un período de enseñanza (2 sesiones de 90 minutos) y un período de práctica (1 sesión de 90 minutos). Se realizaron en total 6 sesiones de práctica en donde los estudiantes tuvieron la oportunidad de entrenarse y una sesión de evaluación, en donde los estudiantes únicamente utilizaron el sistema inteligente "Euler" en su modo tutor.

En la posprueba los estudiantes obtuvieron una puntuación promedio de 39.5 y una desviación estándar de 29.32. La puntuación más alta fue de 87.5 puntos y la más baja de cero puntos. Un solo sujeto no realizó ninguna tarea debido probablemente a que no asistió regularmente a las sesiones.

Dado que todos los estudiantes tuvieron la misma oportunidad de practicar, ya que el tiempo asignado a las máquinas fue el mismo, se observó que solo 5 estudiantes completaron todas las tareas del tutor y que los restantes no la completaron, por lo que se decidió averiguar si existía diferencia entre estos dos grupos.

La opinión de los alumnos en relación al método empleado fue la siguiente:

- a. opiniones favorables
 - *resulta interesante y divertido
 - *novedosos
 - *permite detectar errores que se cometen
 - *recibe retroalimentación inmediata de sus respuestas.
- b. problemas que se detectaron
 - *el lenguaje que utiliza la computadora
 - *el tiempo limitado de las sesiones
 - *el número de ejercicios
 - *el que el programa Euler vuelva a empezar desde el principio en vez de comenzar donde se terminó la sesión anterior.
 - *el que no acepte por buenas algunas respuestas y posteriormente la que proporcione como respuesta correcta sea exactamente la misma.

Al finalizar el semestre los estudiantes obtuvieron un promedio de calificaciones de 74.8 y una desviación estándar de 20.66 puntos.

La tabla 1 muestra las calificaciones obtenidas por los sujetos en la preprueba, en la posprueba y la calificación final.

promedios obtenidos por los sujetos en la prueba
tabla 1 diagnóstico, posprueba y al final del semestre

sujeto	diagnostico	posprueba	final
1	12.5	62.5	93
2	25.0	47.5	82
3	03	17.5	60
4	25.0	87.5	100
5	29.0	80.0	98
6	03.0	25.0	70
7	03.0	37.5	74
8	00.0	25.0	71
9	00.0	12.5	70
10	00.0	0.0	30

Pruebas de hipótesis

Las pruebas que se utilizaron fueron: diferencias de grupos apareados, correlación de Pearson y diferencia entre dos medias para muestras pequeñas. (tabla 2)

Utilizando la prueba "t" para la diferencia de grupos apareados, se encontró que existía diferencia significativa entre las puntuaciones de la posprueba y la de diagnóstico ($t=4.73$, $gl=9$, $a=.05$).

tabla 2 puntuaciones obtenidas por los sujetos en la prueba diagnóstico, posprueba y la diferencia

sujeto	diagnostico	posprueba	diferencia
1	12.5	62.5	50.0
2	25.0	47.5	22.5
3	03	17.5	14.5
4	25.0	87.5	62.5
5	29.0	80.0	51.0
6	03.0	25.0	22.0
7	03.0	37.5	34.5
8	00.0	25.0	25.0
9	00.0	12.5	12.5
10	00.0	0.0	0.0
	total	294.5	

Se calculó el coeficiente de correlación de Pearson entre las puntuaciones obtenidas en la posprueba y las calificaciones obtenidas al final del semestre. La tabla (3) presenta las puntuaciones de la posprueba y la final del semestre. El valor de r calculado fue de 0.91

tabla 3 puntuaciones obtenidas en la posprueba y al final del semestre

sujeto	posprueba	final
1	62.5	93
2	47.5	82
3	17.5	60
4	87.5	100
5	80.0	98
6	25.0	70
7	37.5	74
8	25.0	71
9	12.5	70
10	0.0	30

Con esta prueba estadística se pretende verificar si existe diferencia significativa con los estudiantes que completaron todas las tareas del tutor "EULER" y los estudiantes que no las completaron en las puntuaciones obtenidas en la posprueba.

La tabla (4) muestra el número de sujetos, el promedio y la desviación estándar

Número de sujetos, promedio y desviación estándar en las puntuaciones obtenidas por tabla 4. los sujetos en la posprueba.

Grupo	número	promedio	D.E
terminaron	5	60.5	25.2
no terminaron	5	18.5	14.0

D.E. = desviación estándar

Se encontró que existía diferencia significativa en el promedio final de calificaciones entre los que terminaron todas las tareas y los que no la terminaron. ($t=3.27$; $gl=8$; $a=.05$)

CONCLUSIONES

La utilización de software como apoyo a la enseñanza del cálculo ayuda a la adquisición de habilidades

Se encontró diferencia significativa entre las puntuaciones obtenidas por los estudiantes en la prueba diagnóstica y las obtenidas por los mismos sujetos en la posprueba, con un nivel de significancia de 0.05, por lo que se concluye que los materiales empleados influyeron en la diferencia entre las puntuaciones de la prueba diagnóstica y las puntuaciones de la posprueba. Por otra parte, se encontró una relación positiva alta ($r=0.91$) entre las puntuaciones obtenidas en la posprueba y las puntuaciones obtenidas al final del semestre. Se esperaba este resultado, debido a que el tema de derivada es un tema importante en la asignatura de "Cálculo diferencial" y que repercute en varios temas. Por último, se encontró diferencia significativa en el promedio de puntuaciones de los alumnos que terminaron todas las tareas del software y los que no terminaron todas las tareas con un nivel de

significancia de 0.05. Se sugiere diseñar el programa de manera que los estudiantes tengan sesiones teóricas y prácticas, siendo las sesiones prácticas en las que el profesor puede interactuar con los demás softwares.

Si bien los resultados resultaron significativos, se sugiere que se realicen trabajos similares con estudiantes con características diferentes con el propósito de confirmar la confiabilidad de estos y que se utilicen diseños que permitan tener mayor validez y confiabilidad en los resultados.

Es importante hacer notar que el tiempo asignado al entrenamiento en el tema "derivada" es un factor que influye en el desempeño, por lo que a medida que las actividades se diseñen de manera que se permita a los estudiantes disponer de diferentes tiempos.

Tenemos un amplio campo de investigación en esta área y es un reto para los investigadores educativos y especialmente a los Licenciados en educación ya egresados y a las nuevas generaciones de estudiantes de esta licenciatura, próximos a ingresar al campo productivo, hallar nuevas formas de guiar el aprendizaje.

REFERENCIAS

- Ary, D., Cheser Lucy y Razavieh Asghar (1985): Introducción a la investigación pedagógica, México, Interamericana.
- Baquero, A. y Fernández, C. (1987): La informática aplicada a la enseñanza, Madrid, AUDEMA.
- Calderon Alzati, E. (1988): computadoras en la educación, México, editorial trillas.
- Elguea, J. (1985): "Microcomputadoras y Educación Secundaria", Tecnología y Comunicación Educativas, Num. 1, noviembre-enero.
- Gettinger, M. (1989): "Effects of Maximizing Time Spent and Minimizing Time Needed for Learning on Pupil Achievement" American Educational Research Journal V. 26, num. 1, pp. 73-91.
- Mendenhall, W. (1982): Introducción a la Probabilidad y la Estadística, México, Grupo Editorial Iberoamérica.
- Millman, J. y otros (1983): "Relation Between Perseverance and Rate of Learning: A Test of Carroll's Model of School Learning" American Educational Research Journal, V. 20, num. 3, pp. 425-434.
- O'shea, Tim y Self, John. (1985): Enseñanza y Aprendizaje con ordenadores. inteligencia artificial en educación, La Habana, Cuba, Edición Revolucionaria.
- Prieto, M. (1989): "Newton: Sistemas de Desarrollo de Entrenadores Inteligentes" consideraciones sobre la Construcción de Entrenadores Basados en Sistemas Expertos, Universidad de la Habana, Habana, Cuba, pp. 4-12.
- Quintero, R. y Ursini, S. (1988): "Desde el Enfoque Tutorial hacia el uso Constructivista de la Computadora en el Aula", Cuadernos de Investigación, CINVESTAV-IPN, num. 1, enero.
- San Feliz, A. y Behar, M. (1990): "Uso de Computadoras en el Nivel Básico", Tecnología y Comunicación Educativas, Num. 15, mayo, pp. 25-35.
- Valdez, G. (1987, 1988): "Educación para los Medios: Análisis de algunas experiencias curriculares", tecnología y Comunicación Educativas, Nums. 9-10, noviembre 1987-abril 1988, pp. 27-42.