

Diseño e implementación de un software multimedia de apoyo a los procesos de enseñanza-aprendizaje para la resolución de problemas en Investigación de Operaciones solución gráfica de máximos

Germán Zambrano C.

Recibido el 15 de octubre de 2009. Aprobado el 16 de marzo de 2010

Resumen

El presente artículo, presenta la primera fase de un proyecto que busca consolidar ambientes de aprendizaje virtuales para la resolución de problemas matemáticos. Este primer paso se centró en los procesos desarrollados por los estudiantes en la comprensión de problemas en la asignatura Investigación de Operaciones con el uso de un ambiente de aprendizaje virtual y con el apoyo de un software multimedia. Se desarrolló un análisis de los procesos cognitivos que el estudiante usa para comprender, analizar y desarrollar problemas de programación lineal en forma gráfica. El trabajo de investigación se dio en cinco capítulos: El primero trabaja los antecedentes en la resolución de problemas matemáticos, en la aplicación de ambientes de aprendizaje y el uso de los tipos de conocimiento que el estudiante aplica al enfrentarse a solucionar un problema; el segundo, contiene el marco conceptual que aborda autores como Polya, Poggiolli para el trabajo en resolución de problemas y la aplicación de los tipos de conocimiento que se utilizan al resolver problemas verbales; el tercero, desarrolla el marco metodológico en el que se establecieron los criterios de aplicación, análisis y evaluación del ambiente de aprendizaje virtual con el uso de un software multimedia; en el cuarto, se presentan resultados y análisis de resultados y en el quinto capítulo se establecieron conclusiones sobre la investigación al igual que algunas recomendaciones para la continuidad de este tipo de investigaciones.

Palabras clave

Resolución de problemas, Comprensión, Ambientes de Aprendizaje, Cognición

sica

Abstract

The present articulate, presents the first phase of a project that it seeks to consolidate environment of learning, with the support of multimedia software, efforts was made in developing an analysis of the cognitive processes that the students use to understand, analyze and develop linear programming problems in graphical mode. The research work is explained in five chapters: The first one works the background in solving mathematics problems subjects, the implementation of learning environments and the use of cognitive knowledge that students apply when solving a problem; the second chapter contains conceptual framework specially the ideas of authors as Polya and Poggioli in solving problems and types of knowledge used by students to solve word problems; The third chapter develops the methodological framework, establishes criteria of application, analysis and evaluation of virtual learning environment using multimedia software. The fourth chapter presents results and its analysis and finally the fifth chapter provides conclusions on the research as well as some recommendations for the continuation of this type of research.

Keywords

Resolution, Problems, Comperntion, Cognition Strategies, Environments, Understand, Strategies

I. Introducción

La resolución de problemas es considerada en la actualidad el contenido esencial del aprendizaje en la educación matemática. Mediante la resolución de problemas, los estudiantes experimentan la potencia y utilidad de las matemáticas en el mundo que les rodea. *El national council of teachers of mathematics*¹ de Estados Unidos afirma que «el objetivo fundamental de la enseñanza de las Matemáticas no debería ser otro que el de la Resolución de Problemas»; la matemática debe centrar su atención en la forma como el estudiante se enfrenta a solucionar problemas, desde su planteamiento, su modelación, hasta la verificación de los resultados frente al planteamiento del problema; parafraseando a (Guzman, 1989), la matemática debe centrarse en mostrar al estudiante procedimientos adecuados para la solución de problemas, frente a estos y muchos planteamientos. En este sentido, se planteó realizar una investigación centrada en la solución de problemas en la asignatura investigación de operaciones, dictada en el programa de Ciencias Económicas y Administrativas de la Facultad de Administración en la Corporación Universitaria Minuto de Dios (UNIMINUTO). El planteamiento de los problemas fue en forma verbal y esquemático, buscando el aporte de los estudiantes con el propósito de entender la manera, como estos abordaban dichos problemas al aplicar una solución gráfica y algorítmica dentro del planteamiento de un problema donde se debía determinar la mejor solución que maximizará el problema.

El proceso estaba centrado en el grado de dificultad que se le presenta al estudiante de administración, al momento de tratar de modelar problemas de in-

vestigación de operaciones ya que se ha observado más por experiencia que en procesos investigativos, que en un 75% los estudiantes tienen dificultades en este proceso, que de este grupo un 35% presenta dificultad en la comprensión del problema, otro 25% presenta dificultad al traducir el problema en un modelo matemático y a un 40% de este grupo, se le dificulta hacer los gráficos y mas aún interpretar sus resultados. Es así que se planteó diseñar un software multimedia que permitiera al estudiante resolver las dificultades anteriormente descritas haciendo uso de esta herramienta perteneciente a las tecnologías de la información y la comunicación.

II. Marco conceptual Resolución de Problemas

Para comprender mejor la manera como el estudiante aborda la solución de un problema, se trabajó lo planteado por (Martin, 1998), cuando establece una secuencia de normas que se deben tener en cuenta al plantearse un problema:

- Los problemas se plantean sin acertijos.
- Los problemas deben ser aplicaciones prácticas.
- El planteamiento de un problema, debe representar un desafío.
- Las soluciones deben discutirse en grupo.
- Los problemas deben poderse solucionar.

¿Qué es un problema?

Al comienzo de la investigación, se partió de la comprensión del concepto "problema"; para esto, se hace referencia a la definición dada por (Newell & Simon, 1972), "como una situación en la cual un

¹Consejo Nacional de Profesores de Matemática de los Estados Unidos de Norteamérica

individuo desea hacer algo, pero desconoce el curso de la acción necesaria para lograr lo que quiere”, complementando el concepto, “como una situación en la cual un individuo actúa con el propósito de alcanzar una meta utilizando para ello alguna estrategia en particular. (Poggioli, 1983)”. Es importante que el estudiante busque la solución a un problema, utilizando los medios dados por las diferentes asignaturas que le brinden herramientas adecuadas para su comprensión y que no deje a parte lo trabajado en anteriores asignaturas, que son soporte del proceso teórico que tiene como constructo, para el desarrollo de sus procesos y habilidades cognitivas que le ayuden a mejorar la comprensión de los problemas planteados.

Etapas de la Resolución de Problemas

Para Mayer (1983), todo problema debe contener:

Metas, es decir, el estudiante debe lograr responder una pregunta.

Datos, todo problema debe contener información necesaria y suficiente para su solución.

Restricciones, las cuales permiten que el estudiante analice el proceso a llevarse a cabo para la solución del problema.

Por su parte, Polya (2002) señala que un problema puede resolverse correctamente si se siguen los siguientes pasos:

Comprender el problema.

Concebir un plan para llegar a la solución.

Ejecutar el plan.

Verificar el procedimiento.

Comprobar los resultados.

En síntesis, a partir del pensamiento que los autores citados proponen al trabajar la resolución de problemas, se denota que se busca la creación de una secuencia de procedimientos adecuados para abordar un problema. Este aspecto es importante ya que permite, de antemano, planificar los pasos a seguir en la resolución de un problema, ejecutar esos pasos y, posteriormente, supervisar el proceso de resolución y comprobar la solución o resultado.

Las estrategias de resolución de problemas

Con el fin de direccionar el software multimedia hacia un aprendizaje significativo en la solución de problemas de la asignatura de programación lineal en forma gráfica, se decidió partir de las estrategias para resolver problemas. Con este propósito se de-

finieron las operaciones mentales que el estudiante utiliza para resolver problemas, para Poggioli, (1983) “Las estrategias para la resolución de problemas incluyen los métodos heurísticos, los algoritmos y los procesos de pensamiento divergente”. Al respecto, los métodos heurísticos son todos aquellos procesos que el estudiante utiliza como reglas de solución del problema aplicando conocimientos previos; los algoritmos son procedimientos específicos que señalan paso a paso la solución de un problema y que garantizan el logro de una solución siempre y cuando sean relevantes al problema. La construcción de la estructura del software multimedia debe permitir que el estudiante interactúe con la herramienta y le permita comprender con una estrategia paso a paso los procesos que debe tener en cuenta para el desarrollo de este tipo de problemas. La investigación trabajó los tipos de conocimientos expuestos por Mayer R. (1992) al determinar que los conocimientos que se utilizan al resolver problemas son:

- Conocimiento declarativo: se reconocen los procesos necesarios al resolver.
- Conocimiento lingüístico: Se evidencia cuando el estudiante comprende el problema planteado.
- Conocimiento semántico: Se evidencia cuando el estudiante aplica los conceptos específicos de cada tema.
- Conocimiento esquemático: Se evidencia cuando el estudiante utiliza estructuras gráficas o conceptuales.
- Conocimiento procedimental: Se manifiesta cuando el estudiante realiza el problema por medio de una metodología paso a paso.

Estos conocimientos son desarrollados por el estudiante al resolver los problemas planteados en el software. Los conocimientos determinarán el grado de comprensión de la temática “solución de problemas de máximos en forma gráfica en la asignatura de investigación de operaciones”

III. Marco metodológico

Pregunta de la investigación

Al diseñar un Ambiente de Aprendizaje, mediante un software multimedia para la resolución de problemas: ¿Qué tipo de conocimiento aplicará el estudiante en la resolución de problemas de máximos en programación lineal con el método gráfico?

Objetivo general

Identificar los tipos de conocimientos que el estudiante aplica en la resolución de problemas en temas es-

pecíficos de planeación municipal, solución gráfica de máximos y proyección de ingresos operacionales.

Fases de la investigación

1. Identificación y planteamiento de Problemas solubles:

Se observó, en la investigación, las dificultades en la resolución de problemas frente a los procesos heurísticos que el alumno utilizará en comprender y desarrollar diferentes tipos de problemas y comprender las estrategias heurísticas que utilizará el estudiante en la resolución de problemas.

2. Diseño del software multimedia

Pedagógico: La metáfora que se utilizará en la pieza de software es un salón de clases.

Los módulos del software:

Mapa de la asignatura.

Objetivos.

Desigualdades.

Resolución de problemas de máximos.

Evaluación.

Base de conocimiento experto:

La base del conocimiento que se observa en la figura No. 1, se tomó de la información de la asignatura de investigación de operaciones del programa de Administración de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas de UNIMINUTO.



Figura 1. Mapa conceptual de investigación de operaciones. Fuente: Autor 2003

Modelo de estudiante: El estudiante interpreta, desarrolla y soluciona problemas, aplicando diferentes tipos de conocimiento, con una metodología paso a paso.

Técnico: Se utilizó el software de autor Authorware versión 6, el cual sirve para desarrollar software multimedia educativo. Para ejecutar el software se necesitan como especificaciones mínimas: Procesador Pentium MMX, Memoria RAM 32 Kb, Multimedia, el tamaño en disco duro es de 10 Mb

Comunicativo: Cada pantalla presentará una serie de botones de navegación que ayudarán al estudiante a desplazarse a través de estos ambientes.

Perfil del Usuario: Grupo de estudiantes con edades que oscilan entre 22 a 30 años y que cursan sexto semestre del programa de Administración en la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas (FCEA), Jornada Nocturna.

Tipo de investigación: El tipo de investigación es Cualitativo - Descriptivo, apoyado en un manejo de información Cualitativa y Cuantitativa. Se optó por este tipo de investigación debido al instrumento evaluativo que se aplicó para recolectar información.

Formulación de hipótesis:

Hipótesis nula: En la solución de problemas de máximos en forma gráfica en la asignatura de investigación de operaciones se utilizan los conocimientos: Procedimental, Semántico, Lingüístico, Esquemático y Declarativo. Hipótesis alternativa: En la solución de problemas de máximos en forma gráfica en la asignatura de Investigación de Operaciones no se utilizan todos los conocimientos: Procedimental, Semántico, Lingüístico, esquemático y Declarativo.

IV. Presentación de resultados y análisis

La tabla 1 muestra la población y la estimación de la muestra utilizada en cada una de los ambientes de aprendizaje

Población objetivo	Muestra	Población	Muestra Aprox.30%
Investigación de Operaciones	Estudiantes VI semestre – Nocturno	30	10

Tabla 1. Determinación de la muestra poblacional. Facultad de Administración - 2002

Para la determinación de la muestra, se planteó el siguiente interrogante: Se requiere aplicar una prueba de solución de problemas, después de navegar y trabajar ejemplos, ejercicios y problemas en un ambiente de aprendizaje (software multimedia) ¿De qué tamaño deberá ser la muestra a fin de que los resultados estén dentro de un error del 5%, con una confianza del 95%? Se espera observar que aproximadamente el 1% de los estudiantes no pueda resolver la prueba.

Resultados

La tabla 2 muestra los resultados obtenidos al medir la solución del problema desde su planteamiento hasta su solución.

PASOS PARA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA	INDICADORES O TIPOS DE CONOCIMIENTO QUE SE NECESITA EN CADA PASO	SE EVIDENCIA CUANDO EL ESTUDIANTE
1. Construir la Matriz	Lingüístico, Semántico, Esquemático y Procedimental.	Construye correctamente la matriz, al tomar la información del problema y aplicar las bases necesarias para su comprensión y esquematización.
2. Convertir los datos de la matriz en un esquema matemático.	Lingüístico, Semántico, Esquemático y Procedimental.	Utiliza la información de la matriz para determinar las restricciones del problema, las cuales se fundamentan del planteamiento del problema y del desarrollo del esquema de la matriz.
3. Convertir las restricciones en igualdades.	Declarativo, Semántico, Esquemático y Procedimental.	Comprende el proceso de conversión de una desigualdad en igualdad para procesos gráficos de restricciones.
4. Despejar la variable dependiente y tabular cada ecuación lineal respectiva.	Semántico, Esquemático y Procedimental.	Maneja adecuadamente las bases algebraicas de despeje de variables y utiliza adecuadamente el sistema esquemático de tabulación.
5. Graficar la zona solución.	Declarativo, Semántico, Esquemático y Procedimental.	Utiliza los conceptos de plano cartesiano y ubicación de parejas ordenadas en él, para la determinación de la zona solución de las restricciones.
6. Tabular y Graficar la función objetivo y desplazarla paralelamente, hasta determinar el punto solución del problema.	Declarativo, Semántico, Esquemático y Procedimental.	Maneja adecuadamente el concepto de maximización por gráfica a través del esquema de desplazamiento de la función objetivo.
7. Determinar matemáticamente la pareja ordenada que maximiza.	Lingüístico, Declarativo, Esquemático y Procedimental.	Utiliza el problema, las bases necesarias de solución de sistemas de ecuaciones, esquematiza el sistema a solucionar y aplica las bases necesarias para determinar la pareja ordenada que sirve para maximizar.
8. Determinar el valor que responde al máximo del problema, en función de la pareja ordenada que maximiza.	Semántico, Esquemático y Procedimental.	Utiliza las bases necesarias del tema de máximos para determinar el valor que maximiza el problema planteado y da respuesta del mismo.

Tabla 2. Pasos e Indicadores para la solución de problemas gráficos de máximos. Investigación de tesis realizada-2003

Análisis de resultados

La tabla 3 muestra el tiempo utilizado por el estudiante en la solución de la prueba, la calificación dada por el desarrollo del problema, el número de pasos que utilizó cada uno de ellos para terminar el problema, los pasos que descartó para solucionar el problema y en qué pasos se observó dificultad:

Estudiante	Tiempo de solución	Nota de 1 a 5	Pasos utilizados	Pasos obviados	Pasos con dificultad
1	1,2	5.0	7	6	ninguno
2	1,3	5.0	7	3	ninguno
3	1,5	5.0	8	ninguno	ninguno
4	1,5	5.0	6	3 y 7	ninguno
5	1,5	4.5	6	3	falto 8
6	1,5	5.0	7	6	ninguno
7	1,5	3.0	6	2 y 7	5
8	1,5	3.5	6	3 y 7	ninguno
9	1,5	5.0	8	ninguno	ninguno
10	1,5	5.0	7	7	ninguno

Tabla 3. Resultados de la aplicación de la prueba. Investigación de tesis realizada en el año 2003

Tipos de conocimientos

En la tabla 4, se puede observar el porcentaje de uso que se hace de los diferentes tipos de conocimiento (lingüístico, declarativo, semántico, estratégico y procedimental) en la solución del problema planteado.

Alumno	L	D	S	E	P
1	42.86%	71.43%	100%	71.43%	100%
2	42.86%	71.43%	85.71%	42.86%	100%
3	25%	62.50%	100%	87.50%	100%
4	33.33%	66.66%	83.33%	50%	100%
5	50%	66.67%	100%	50%	100%
6	28.57%	71.43%	100%	42.86%	100%
7	50%	66.67%	100%	50%	100%
8	16.67%	50%	100%	50%	100%
9	50%	75%	100%	75%	100%
10	28.57%	71.43%	100%	42.86%	100%

Tabla 4. Resultados porcentuales en la aplicación del tipo de conocimientos. Investigación de tesis realizada en el año 2003

V. Conclusiones

- Para medir el estilo de aprendizaje de cada estudiante, se partió de los tipos de conocimiento que cada uno usa en la solución de problemas matemáticos. Con esta información se pudo determinar que el estudiante aplica su aprendizaje seleccionando apartes del problema, comparándolo con el tipo de conocimiento previo con el que se cuenta y antes de proceder a modelar el proble-

ma, realiza una serie de gráficos que le permiten entender su estructura. Posterior a esto, aplica los diferentes tipos de conocimiento para entender bajo su propio criterio, la mejor forma de solucionar los problemas planteados.

- Se observa que el estudiante en tiempo, utiliza aproximadamente un 50% en traducir la información del problema a un modelo matemático, 37% de este tiempo en la realización del modelo gráfico, 8% en la determinación del punto óptimo (máximo o mínimo) y el 5% restante en comprobar su respuesta.
- El estudiante utiliza los cinco tipos de conocimientos: Esquemático, Procedimental, Semántico, Lingüístico y Declarativo, en la solución de Problemas de máximos en forma gráfica en la asignatura de Investigación de Operaciones.
- El conocimiento que más prevalece en la solución del problema es el Procedimental. Este conocimiento se manifiesta en cada uno de los pasos que utiliza el estudiante al desarrollarlo.
- Los estudiantes que obtuvieron nota 3.0 y 3.5, fallaron en el conocimiento esquemático gráfico, aunque el conocimiento semántico, estaba claro, la escala numérica en uno de los casos y la escala gráfica en el otro, determinó falencias en los conocimientos: lingüístico, procedimental y declarativo. Lo anterior indica que es fundamental en la solución de los Problemas, que el estudiante tenga buenas bases de graficación, tabulación, terminología y procesos de solución de problemas gráficos de máximos.
- No en todos los pasos se puede aplicar el mismo tipo de conocimiento, por ejemplo el lingüístico, se aplica casi exclusivamente en el planteamiento de

los esquemas y en la determinación de los valores que solucionan el problema.

- Para solucionar el problema de máximos en forma gráfica, no es esencial aplicar los ocho pasos establecidos, el solucionador de problemas establece que pasos son necesarios, que pasos se pueden unir y que pasos se pueden obviar.
- El único conocimiento que no se aplica al comenzar a solucionar el problema es el declarativo, esto es comprensible, si se piensa que el planteamiento primario es el desarrollo de una matriz de información que facilita el desarrollo de todo el problema.
- Los resultados conceptuales que se obtienen por parte del estudiante son excelentes.
- La solución de Problemas en forma secuencial por medio de un método paso a paso da magníficos resultados.
- No existen diferencias sustanciales en la solución de Problemas entre estudiantes de ambos géneros.

VI. Recomendaciones

El software multimedia se puede utilizar como soporte pedagógico y didáctico en la asignatura de Investigación de Operaciones en el tema de Resolución de Problemas de máximos en forma gráfica.

La utilización de las tecnologías de la información y la comunicación como herramienta, facilita al estudiante la comprensión de temas y contenidos que abordan el modelado y la construcción de gráficos.

VII. Referencias

- [1] Monereo, C.; Castelló, M.; Clariana, M.; Palma, M. & Perez, M. (2007). *Estrategias de Enseñanza y Aprendizaje. Formación del profesorado y aplicación en la escuela*, 10 edición, Barcelona, Graó.
- [2] Corica, A. R. (2008), Aprender Matemáticas en la universidad: la perspectiva de estudiantes de primer año, Argentina, *Revista Electrónica de investigación en Educación en Ciencias*, Año 4, No. 1.
- [3] Chi, M. T. (1978). Knowledge structures and memory development, En R Siegler (Ed.), *Children's thinking. What develops?*, Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates .
- [4] Falsetti. M., & Rodríguez, M. (2005, julio), Interac-

ciones y Aprendizaje en Matemática Preuniversitaria: ¿Qué Perciben los Alumnos?. Mexico. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*. Vol 8, No. 2, pp. 319-338.

[5] Guzmán, M. de (1989). Tendencias actuales de la enseñanza de la matemática, *Studia Paedagogica*, Revista de Ciencias de la Educación, No. 21, pp. 19-26.

[6] Hegarty, M., Mayer, R., & Monk, C. (1995). Comprehension of arithmetic word problems: A comparison of successful and unsuccessful problem solvers. *Journal of Educational Psychology*, Vol 87, No. 1, pp. 18-32.

[7] Jitendra, A. & Kameenui, E. (1996, Sep. – Oct.). Experts' and novices' errors patterns in solving part-whole mathematical word problems. *The Journal of Educational Research*, Vol. 90, No. 1, pp. 42-51.

[8] Kintsch, W. & Greeno, J. (1985). Understanding and solving word arithmetic problems. *Psychological Review*, pp. 109-129.

[9] Mayer, E. F. (1981, julio). Frequency norms and structural analysis of algebra story problems. *Instructional Science*, Vol. 10, No. 2, pp. 135-175.

[10] Mayer, R. (1992, Dec.). Cognition and instruction: Their historic meeting within educational psychology. *Journal of Educational Psychology*, Vol. 84, No. 4, pp. 405-412.

[11] Moreno A. L. & Sacristán A. I. (1996), Representaciones conceptuales y procesos recursivos. *Revista EMA*, Vol. 1.No. 2, pp. 83-96, Bogotá.

[12] Moreno A. L. (2002). La nueva Matemática experimental. *Cinvestav*, México.

[13] Newell, A., & Simon, H. (1972). *Human problem solving*. Englewood Cliffs, N. J., Prentice Hall.

[14] Poggioli, L. (1983), Estrategias de adquisición de conocimiento, disponible en: <http://sites.google.com/site/diplomadoconstructivista/poggioli>, recuperado el 7 de Junio de 2002

[15] Polya, G. (s.f.). Estrategia para la resolución de problemas, disponible en: <http://www.winmates.net/includes/polya.php>, recuperado el Julio de 2002, de Winmates

[16] Vilanova, S. et al (2001), LA EDUCACIÓN MATEMÁTICA: El papel de la resolución de problemas en el aprendizaje. *Revista Iberoamericana de educación*, 35-45.

[17] Winslow, Carl. (2003). Semiotics as an analytic tool for the didactics of mathematics. (NOMAD_ICME10.pdf)

Martín Germán Zambrano Castro. Magíster en Tecnologías de la Información Aplicadas a la Educación, Universidad Pedagógica Nacional, 2007. Especialista en diseño de ambientes de aprendizaje de UNIMINUTO, 2003. Licenciado en Física y Matemática de la Universidad Libre Bogotá, 1989. Actualmente es docente en el Departamento de Ciencias Básicas de UNIMINUTO y del Departamento de Ciencias Básicas de la Universidad Distrital, Bogotá D. C. gerzamacas@gmail.com