

SISTEMAS DE CÁLCULO SIMBÓLICO Y RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN LA FORMACIÓN INICIAL DE DOCENTES DE MATEMÁTICA.

Zoraida Paredes, Martha Iglesias y José Ortiz

Universidad Pedagógica Experimental Libertador – Núcleo Maracay y Universidad de Carabobo – Núcleo Aragua, Venezuela.

paredeszoraida@cantv.net, mmiglesias@cantv.net y ortizjo@cantv.net

Formación de profesores. Superior.

RESUMEN

Se llevó a cabo una investigación que tuvo como propósito diseñar, desarrollar y evaluar un programa para la formación inicial de docentes de Matemática basada en el uso de un software de Cálculo Simbólico como el DERIVE y la resolución de problemas de Álgebra Lineal, haciendo énfasis en aquellos contenidos a ser abordados en el ámbito escolar. Se utilizó una metodología de evaluación de programas educativos, apoyada en una investigación documental y orientada a evaluar diseño, desarrollo y resultados de un programa de formación docente denominado Resolución de Problemas de Álgebra Lineal con DERIVE. Se presentan resultados, a partir del análisis de las producciones y opiniones de los participantes, sobre el uso del DERIVE cuando abordaron la resolución de problemas sobre sistemas de ecuaciones lineales, matrices y espacios vectoriales. Las competencias matemáticas y didácticas de los participantes, en el programa evaluado, se evidenciaron en el uso del DERIVE para la resolución de problemas de contenido algebraico y, en especial, a través de las diversas formas de representación utilizadas, propiciando así un aprendizaje significativo y la comprensión de los conceptos tratados.

Palabras clave: Formación inicial de los profesores de Matemática, resolución de problemas algebraicos, sistemas de cálculo simbólico.

El Problema

En la educación superior venezolana, se evidencian ciertas deficiencias relacionadas con el quehacer educativo; entre las cuales destaca la fragmentación y sedimentación del conocimiento, expresado en las ofertas curriculares. En este sentido, pudiera afirmarse que en las aulas de clases a nivel superior predomina el paradigma explicativo en la enseñanza y el aprendizaje en general. Los estudiantes universitarios presentan fallas en conocimientos y capacidades correspondientes a los niveles educativos previos; estudian memorística y mecánicamente, presentando dificultades en los procesos de análisis y síntesis entre otras. Asumido de esta manera, la Educación Matemática no escapa de esta situación.

Esta situación no es ajena a la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL), cuya misión consiste en formar “al docente que demandan los niveles y modalidades del sistema educativo venezolano” (UPEL, 1996, p.6), y que reformuló su currículum en 1996, en atención a una evaluación realizada en 1994, la cual corroboró la necesidad de un nuevo diseño curricular ante las transformaciones habidas en Educación Básica; además se confirmó que la enseñanza en un área determinada, implica no solo el dominio profundo de los contenidos, sino la búsqueda y utilización permanente de estrategias que permitan satisfacer las exigencias del nivel de enseñanza donde labore el docente.

En este mismo orden de ideas, los planes y programas de estudio señalan como propósitos fundamentales para los cursos de Matemática, desarrollar en los estudiantes habilidades y

conocimientos para adquirir un pensamiento crítico, reflexivo, flexible, capaz de realizar generalizaciones, clasificar, inducir, inferir, estimar numéricamente y resolver problemas.

En el componente de formación especializada del Plan de Estudios del Diseño Curricular de la Especialidad de Matemática en la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL – Maracay), aparecen asignaturas dirigidas a la formación de una serie de competencias en el futuro egresado. Entre estas asignaturas está Introducción al Álgebra Lineal y cuyo propósito es iniciar al futuro docente en el manejo y aplicación de nociones, conceptos, principios y métodos básicos de Álgebra Lineal a través del estudio de los Espacios Vectoriales, las Transformaciones Lineales y los Sistemas de Ecuaciones Lineales, haciendo énfasis en el carácter formal de esta disciplina y en los procedimientos algorítmicos como una herramienta didáctica para la resolución de problemas inherentes a la especialidad.

No obstante, a pesar que el Álgebra Lineal constituye un aparato conceptual de utilidad creciente en todos los campos de aplicación de la Matemática (Labraña, Plata, Peña, Crespo y Segura, 1995), generalmente no se proponen problemas de mayor dificultad, ni se varían las variables o los datos, porque los alumnos no lograrían visualizarlos en el pizarrón y se requiere de una tediosa labor de cálculos aritméticos que desarrollan pocas destrezas y una escasa capacidad de razonamiento.

Una forma de enseñanza eficiente debería contemplar un entrenamiento de la intuición, que permita al alumno descubrir propiedades y características de los objetos de estudio a partir del análisis de diversas situaciones del entorno, pero esto requeriría la realización de muchos cálculos para poder intuir resultados generales a partir de observaciones particulares y posteriormente un buen razonamiento para contrastar la certeza de tales intuiciones (Llorens, 1993). De esta manera, la modelización aparece como un proceso de natural desarrollo en los campos del Álgebra. El desarrollo de la Informática y la incorporación de la tecnología en el aula abre la posibilidad de contemplar la experimentación y la investigación, a la vez que favorecen la generación de nuevos y mejores recursos didácticos en la enseñanza de la Matemática (Huertos, 1995).

Asimismo, la tecnología tiene en el Álgebra un terreno de aplicación para beneficio de los estudiantes y profesores. El uso de la computadora y un software de Cálculo Simbólico abren la atractiva posibilidad de experimentar con la Matemática. Desde el punto de vista efectivo, el dedicar menos tiempo a la realización de cálculos rutinarios permite que predomine la reflexión y el análisis de los resultados (García, 1993; Kutzler, 2003).

El DERIVE es uno de los software de Cálculo Simbólico que sirve para trabajar con Matemática usando las notaciones simbólicas propias de la ciencia. Este programa tiene mucha aplicabilidad en el Álgebra y el Cálculo; permite, entre otras cosas, calcular derivadas, integrales, límites, trabajar con vectores, representación gráfica de curvas y funciones (Guzmán, 1993; Llorens, 1993).

Por lo antes expuesto, cabe preguntarse:

- ¿Es posible que los estudiantes de la especialidad de Matemática de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador aprendan a enseñar Álgebra Lineal haciendo uso del enfoque de Resolución de Problemas, de la Modelización Matemática y de un software de Cálculo Simbólico como el DERIVE, a la vez que profundizan sus conocimientos algebraicos?
- ¿De qué manera los estudiantes emplean el DERIVE cuando resuelven problemas de Álgebra Lineal?

Objetivo General

Evaluar un programa de formación docente para la enseñanza del Álgebra Lineal basado en el uso de un software de Cálculo Simbólico como el DERIVE y la resolución de problemas algebraicos susceptibles de ser abordados en el ámbito escolar.

Objetivos Específicos

- Diseñar un programa de formación docente para la enseñanza del Álgebra Lineal basado en el uso de un software de Cálculo Simbólico como el DERIVE y la resolución de problemas algebraicos susceptibles de ser abordados en el ámbito escolar.
- Analizar de qué manera los estudiantes emplean el DERIVE cuando resuelven problemas de Álgebra Lineal.

Bases teóricas

Formación Inicial del Docente de Matemática

En los institutos de formación docente, por lo general, al futuro egresado se les dictan asignaturas relacionadas con su disciplina y otras con la formación didáctica, pero de una manera separada. Si los métodos de enseñanza no son estudiados en el contexto en que han de ser implementados, los futuros profesores pueden no saber identificar los aspectos esenciales ni adaptar las estrategias instruccionales que les han sido presentadas en términos abstractos a su materia específica o a nuevas situaciones (Gil, Pessoa, Fortuny, Azcárate, 2001).

En este sentido, Ortiz (2002) señala que

“para lograr un profesional con las competencias mínimas es deseable que, en los planes de formación de los profesores, haya equilibrio entre una sólida formación disciplinar y una formación didáctica que considere el currículo como una herramienta fundamental de planificación de la enseñanza de las matemáticas y, además, como medio de investigación que permite el desarrollo de métodos y estrategias metodológicas de enseñanza y aprendizaje” (p. 46).

En este mismo orden de ideas, este autor señala que es necesario capacitar al nuevo profesor de Matemática y crearle una infraestructura dentro de ese nuevo contexto, para favorecerle la adquisición de nuevas competencias didácticas. La formación inicial de los profesores de Matemática es esencial para avanzar en los cambios necesarios que permitan la introducción de nuevos métodos de enseñanza.

Aspectos relevantes sobre la Resolución de Problemas Matemáticos

La Resolución de Problemas ha jugado un papel fundamental en el desarrollo de la Matemática, muchas de sus ramas han surgido a consecuencia de la búsqueda de solución de problemas que han llamado la atención de numerosos matemáticos de diferentes épocas (González, 1995).

La Resolución de Problemas es una apropiada e importante actividad en las matemáticas escolares por cuanto que permite:

- a) Transferencia de aprendizaje.
- b) Mejoramiento de la capacidad analítica.
- c) Mejorar la motivación.

d) Mejora la comprensión de la naturaleza de la matemática y de la actividad que llevan a cabo los matemáticos (Vilanova, Rocerau, Valdez, Oliver, Vecino, Medina, Astiz, Alvarez, 2001).

Un problema bien seleccionado puede desencadenar en el alumno el proceso reconstructivo de una serie de conceptos matemáticos asociados; así que el planteamiento y la búsqueda de solución de problemas viabiliza la perspectiva constructivista del aprendizaje de la Matemática vinculando este proceso con la investigación. Para ello es necesario despertar el interés y la curiosidad en los futuros docentes, planteando los problemas en forma creativa, que ayude a formular hipótesis y a considerar varias alternativas (Vilanova, Rocerau, Valdez, Oliver, Vecino, Medina, Astiz y Alvarez, 2001).

La resolución de problemas en Matemática es un proceso que requiere de mucha creatividad. A pesar de ello, en base a la experiencia de muchos matemáticos resolutores de problemas, se han desarrollado modelos para la resolución de problemas: El Modelo de Pensamiento Reflexivo de Dewey, el Modelo de Resolución de Problemas de Polya y el Modelo General de Resolución de Problemas de Bell (González, 1995).

Por otra parte, González (1995) establece que

La resolución de problemas se concibe como una situación en la que el sujeto, movido por ciertas circunstancias (personales, académicas, sociales, o de alguna otra índole) se ve en la necesidad de procesar cierta información, involucrando todos los recursos cognitivos, afectivos, psicofísicos, con miras a alcanzar una meta (intelectual o física) deseada, y de la cual está separado por una trayectoria que se encuentra bloqueada o no está definida de manera precisa (p.155).

Lester (1994) afirma que a pesar que la resolución de problemas se torna en un aspecto central de la enseñanza de la Matemática a cualquier nivel educativo según lo afirmado por los expertos, en la práctica sucede lo contrario.

Además, Schoenfeld (1980) ha señalado que en la enseñanza de la Matemática basada en la resolución de problemas, es necesario tomar en cuenta la disciplina, la dinámica del salón de clases y el aprendizaje junto con el proceso de pensar; por lo cual, se requiere el trabajo multidisciplinario integrado por matemáticos, educadores matemáticos, psicólogos, sociólogos y docentes.

Entre las actividades de aprendizaje diseñadas y orientadas hacia la resolución de problemas, podemos citar:

1. Resolver problemas nuevos para los alumnos con el propósito de mostrarse como un auténtico resolutor de problemas frente a sus alumnos.
2. Actuar como moderador mientras los estudiantes intercambian ideas y resuelven problemas.
3. Incentivar a los estudiantes para que reflexionen sobre el uso de métodos heurísticos específicos y generales y los factores que los han inducido a tomar ciertas decisiones relacionadas con el proceso de resolución de problemas.
4. Proponer situaciones reales para que los alumnos empleen la Resolución de Problemas (Modelización).

Uso de software de Cálculo Simbólico orientados a la enseñanza del Álgebra Lineal

Uno de los problemas a resolver en la enseñanza de la Matemática es el aprendizaje de conceptos cuya asimilación no les sea sencilla a los estudiantes, pero que su interiorización y comprensión es muy importante para la adquisición de otros conceptos que le siguen. Por ejemplo, los conceptos de derivada, integral y series recurren a los conceptos de límite y continuidad (Llorens, 1993).

Actualmente, la computadora proporciona una herramienta para incursionar en la Matemática, mucho de lo que antes no se podía hacer, como gráficas inimaginables o muy difíciles de realizar, cálculos interminables y tediosos, son ahora de fácil realización con su ayuda, y esto ha facilitado la comprensión y aprehensión de conceptos y resultados matemáticos (Huertos, 1995).

Algunos de los asistentes matemáticos y estadísticos que existen son el "DERIVE", CABRI-GEOMETRY, MATHEMATICA, MODELUS, STATISTICA, MAPLE, GEOMETER'S SKETCHPAD, etc.; utilizados para la enseñanza del Álgebra, Cálculo y Estadística con la finalidad de mejorar los resultados alcanzados con la metodología tradicional (Llorens, 1993; Guzmán, 1993; Calderón, 2001; Schneider; 2002; Thomas, Monaghan y Pierce, 2004).

Un Caso especial: El Programa de Cálculo Simbólico DERIVE

Derive es el nombre de uno de los software de computadoras que se han hecho para ayudarnos con manipulaciones simbólicas y para trazado de gráficas. Este programa en particular fue diseñado con el propósito de servir de recurso en cursos de Álgebra y Cálculo de los niveles avanzados de escuela superior y elemental universitario. Su manera de comunicarse con el usuario es sencilla, y como no pretende ser extremadamente poderoso o abarcador su uso es sencillo. Aparte de sus ventajas didácticas, también merecen ser destacadas otras cualidades: su portabilidad, su sencillez de manejo, su reducido precio y la posibilidad de ejecutarse en la mayoría de los PC del mercado (Guzmán, 1993; Llorens, 1993).

Metodología

De acuerdo a las interrogantes que guían a la investigación y a los objetivos que se pretenden alcanzar, la misma se ubica en el área de investigación sobre la *Formación Inicial del Docente de Matemática* y, además, abarca tópicos relacionados con la investigación en *Didáctica del Álgebra Lineal*, como el uso de los software de Cálculo Simbólico y la resolución de problemas algebraicos.

El estudio se desarrolló con estudiantes de la especialidad de Matemática de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL), Instituto Pedagógico "Rafael Alberto Escobar Lara" de Maracay (IPMAR). Los mismos participaron de manera voluntaria en un programa de formación docente sobre Resolución de Problemas de Álgebra Lineal (RPAL) con el DERIVE. Asumiendo como programa un "conjunto especificado de acciones humanas y recursos materiales diseñados e implementados organizadamente en una determinada realidad social, con el propósito de resolver algún problema que atañe a un conjunto de personas." (Fernández-Ballesteros, 1996, p. 24).

Esta investigación se sustenta en una *metodología de evaluación de programas educativos*, entendida ésta

"... como un proceso de identificación de las fortalezas y debilidades de un programa educativo, de aspectos mejorables en la búsqueda de la calidad del programa en sí y de sus implicaciones en el proceso de enseñanza y aprendizaje, es decir, la mejora de los agentes hacia los cuales está dirigido el mismo". (Ortiz, 2002, p.108)

Con esta investigación se pretendió evaluar el diseño, implementación y resultados de un programa de formación docente que integrará el uso de un SCS como el DERIVE y el enfoque de Resolución de Problemas de Álgebra Lineal, en el diseño de propuestas didácticas.

La Evaluación se realizó en tres momentos: Diseño del Programa, desarrollo del programa y evaluación de los resultados. En cuanto al momento de Diseño del Programa (se contemplaron los objetivos de aprendizaje, la estructuración del contenido, las estrategias metodológicas, los materiales y recursos y las estrategias de evaluación. De modo que el momento de diseño se materializó mediante la presentación del programa de formación, el desarrollo de los materiales y recursos, la elaboración del cronograma de actividades y el plan de evaluación). En el momento de Desarrollo del Programa (se consideraron los niveles de aprovechamiento de los contenidos y la puesta en práctica del programa). En el momento de Evaluación de los Resultados, se analizaron las habilidades didácticas alcanzadas por los participantes en el programa de formación sobre el uso didáctico de la Resolución de Problemas algebraicos y de los SCS.

Este programa fue diseñado para desarrollarse en diez (10) sesiones de trabajo presencial de tres (3) horas cada una. La modalidad de implementación fue la de curso-taller; es decir, un curso de formación teórico-práctico.

Las sesiones fueron divididas de la siguiente manera: Sesión Nº 1: Preliminares, sesión Nº 2: Exploraciones del Software DERIVE, sesión Nº 3 y 4: Sistemas de ecuaciones lineales, sesión Nº 5 y 6: Matrices, sesión Nº 7 y 8: Vectores, sesión Nº 9: Los Software de Cálculo Simbólico (SCS). Una experiencia en el aula y sesión Nº 10: Diseño de una actividad didáctica.

Los Objetivos del Programa son: 1. Aplicar las herramientas del DERIVE en la resolución de problemas de Álgebra Lineal, 2. Emplear y manejar los comandos y herramientas básicas del DERIVE en el diseño de actividades didácticas para la enseñanza del Álgebra Lineal escolar y 3. Integrar el proceso de resolución de problemas de Álgebra Lineal y el uso del DERIVE en el diseño de actividades didácticas en el ámbito escolar.

Evaluación del Programa

En la evaluación del programa participan el investigador responsable, un grupo de expertos y los futuros profesores participantes del programa; de estos últimos la valoración del programa se obtuvo a través de sus opiniones emitidas en las hojas de evaluación final, a través de las cuales se recogió información relevante para la evaluación de la pertinencia de los contenidos y lo concerniente a los aspectos organizativos (logístico y recursos) y su metodología.

Para realizar la evaluación del desarrollo del programa, se consideraron las producciones de los participantes y sus opiniones sobre los componentes del programa. Con respecto a las producciones se tomó en cuenta la información recabada en los cuadernos de notas, en las grabaciones de audio, en los archivos de trabajo y en las propuestas presentadas por los participantes en la última sesión de trabajo; además de considerar sus opiniones recabadas en las hojas de notas diarias y en la hoja de evaluación final del curso.

El análisis de las producciones se centró en los componentes de interés perseguidos con el programa RPAL; es decir, aplicación de la resolución de problemas de Álgebra Lineal y la Modelización Matemática, uso del DERIVE y su respectiva integración en el diseño de actividades didácticas para la enseñanza del Álgebra Lineal escolar, todo esto con respecto a los objetivos perseguidos en el programa de formación.

En este reporte se hará la presentación de la evaluación de los resultados, a partir del análisis de las producciones y opiniones de los participantes, referidos al uso del DERIVE cuando los participantes del programa abordaron la resolución de problemas sobre sistemas de ecuaciones

lineales, matrices y espacios vectoriales y, además, participaron en un proceso de reflexión didáctica sobre los componentes del mencionado programa.

Resultados

Análisis de las producciones:

Por ejemplo en la sesión 4, se plantearon varios problemas. En el problema N° 1, de acuerdo a como abordaron esta situación problema los participantes se encontraron cuatro maneras:

- Resolución utilizando la modelización matemática y el DERIVE.
- Resolución mediante el DERIVE, grafican y no concluyen.
- Resolución mediante el DERIVE, no grafican ni concluyen.
- Resuelve directamente sin usar el DERIVE.

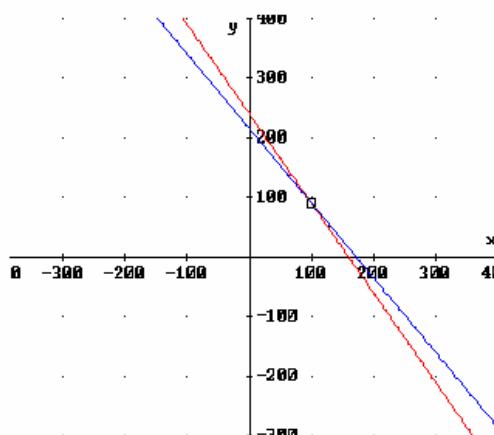
Resolución utilizando la modelización matemática y el DERIVE.

En este caso se ubican los participantes P1, P2, P6 y P7.

- Los participantes P1, P2, P6 y P7, identificaron la situación problema y seguidamente después de un buen argumento construyeron su modelo
$$\begin{cases} 3x + 2y = 480 \\ 25x + 20y = 4300 \end{cases}$$
, sistema que resolvieron mediante el comando SOLVE(expresión, variable), graficaron y concluyeron que la solución es $x = 100$ y $y = 90$, que interpretaron diciendo que un obrero de la compañía Polflex puede producir 100 tazas y 90 platos diariamente.

#5: `SOLVE([3·x + 2·y = 8·60, 25·x + 20·y = 4300], [x, y])`

#6: `[x = 100 ∧ y = 90]`



De esta manera se hizo el análisis de las producciones de los participantes y se obtuvo:

- Se observa un dominio del uso del Derive.
- Utilizan la parte visual para interpretar los resultados.
- La mayoría hizo uso de la modelización matemática a la hora de resolver los problemas.
- Se evidenció competencia didáctica con el empleo del Derive al desarrollar actividades.
- Integración de la modelización matemática y del DERIVE en la resolución de problemas de contenido algebraico.
 - La reflexión didáctica permitió que los futuros docentes, hicieran uso de la modelización y del DERIVE en el diseño de una actividad didáctica.

- Del análisis de las propuestas didácticas diseñadas por los profesores en formación, se pueden observar que las situaciones que plantearon son del mundo real relacionadas con contenidos de Álgebra Lineal manejados en la escuela básica, cercanas al entorno del alumno.

Análisis de las Opiniones de los participantes sobre el uso de los software de cálculo simbólico en la Resolución de Problemas de álgebra lineal escolar:

En cuanto a la utilidad que le dieron los participantes al Derive, fue como recurso de apoyo en la parte de cálculo, lo cual le permitió de alguna manera utilizar el mayor tiempo para el análisis e interpretación de los resultados, y en algunos casos la formulación de conjeturas que por medio del software lograron rechazar o aceptar. Por otra parte, les pareció interesante la parte gráfica, el poder visualizar cambios en la misma con solo rotar o escalar en dos y tres dimensiones; esto les abre la posibilidad de experimentar con la Matemática y por último tenemos a favor el factor motivación, resulta atractivo para los participantes y divertido el trabajo matemático con estos sistemas SCS, que eliminan el trabajo rutinario y potencian la parte creativa, tal como lo señalan González y Martínez (1996).

Según los participantes el Derive permite el uso de representaciones simbólicas, el acceso a representaciones visuales dinámicas, y puede ser utilizado como medio de exploración y donde los alumnos pueden expresar ideas. Se enfatiza la importancia de las representaciones en el proceso de aprendizaje; el proceso de construcción de significados involucra el uso de representaciones y el aprendizaje de un concepto puede ser facilitado cuando hay más oportunidades de construir e interactuar con representaciones (tan diversas como sea posible) externas del concepto; tal como lo señala Castro y Castro (1997).

En cuanto a la incorporación del Derive en el diseño de propuestas didácticas para la enseñanza del Álgebra Lineal escolar, señalan que lo incorporarían como un recurso de apoyo que en ningún momento suplanta al docente en su tarea, de lo contrario se requiere de una mayor preparación del mismo para incorporar la tecnología en el aula. Esto quedó evidenciado en las propuestas didácticas diseñadas por los participantes del programa de formación.

Los profesores en formación opinan que la Resolución de Problemas algebraicos es una actividad central en la enseñanza y aprendizaje de la Matemática y en particular del Álgebra Lineal escolar, es por ello que se deben plantear problemas creativos que guarden relación con el entorno de los alumnos, para así incrementar su motivación a la hora de resolverlos; es necesario despertar el interés y la curiosidad de los alumnos, que ayude a formular conjeturas y a considerar varias alternativas. Por otra parte, el buen uso que se dé a este proceso origina un incremento de la capacidad analítica de los estudiantes.

En cuanto a la incorporación de la Resolución de Problemas en el diseño de propuestas didácticas para la enseñanza del Álgebra Lineal escolar, señalan que lo incorporarían por su gran importancia, pero haciendo uso de la modelización matemática y con el apoyo de un recurso tecnológico como los SCS.

Conclusiones

Se sugiere la implementación de experiencias o prácticas pedagógicas en las que el aprendizaje se da en forma dialéctica empezando por las experiencias geométricas para después seguir con el lenguaje aritmético y llegar al lenguaje algebraico, todo esto en forma articulada.

Vincular los contenidos manejados a nivel superior con el nivel de Educación Básica, Media y Diversificada, que es donde se desenvolverán los futuros docentes.

Utilización de problemas del entorno del alumno como base para la introducción de conceptos.

Se valora el papel de la visualización matemática en la construcción y manipulación del conocimiento algebraico.

Contemplar un entrenamiento de la intuición, que permita al alumno descubrir propiedades y características de los objetos de estudio a partir del análisis de diversas situaciones.

Crear ambientes de aprendizaje que propicien el desarrollo de habilidades didácticas asociadas al proceso de resolución de problemas algebraicos.

Diseñar estrategias instruccionales mediante la incorporación de los software de Cálculo Simbólico, para lograr la exploración y experimentación en la resolución de problemas.

Propiciar el diseño y puesta en práctica de programas similares al RPAL, que incorporen la integración de elementos innovadores en el diseño de actividades didácticas.

Referencias

- Calderón, S. (2001). El Asistente matemático DERIVE en la Programación de actividades en la enseñanza de la matemática en el nivel medio. *Memorias II Congreso Internacional sobre la enseñanza de la Matemática asistida por Computadora*. Costa Rica, p. 238- 239.
- Fernández-Ballesteros, R. (1996). Cuestiones Conceptuales Básicas en Evaluación de Programas. En R. Fernández-Ballesteros (Ed.), *Evaluación de Programas. Una guía práctica en ámbitos sociales, educativos y de salud* (pp. 21-47). Madrid: Editorial Síntesis, S.A.
- Fey, J., Cuoco, A., Kieran, C., McMullin, L. y Zbiek, R. (Eds.) (2003). *Computer Algebra Systems in secondary school mathematics education*. Reston, Virginia: Nacional Council of Teachers of Mathematics (NCTM)
- García, A. (1993). Enseñanza Experimental de la Matemática. *Epsilon*, N° 26, 81 – 92.
- Gil, D; Pessoa, A., Fortuny, J y Azcárate, C (2001). *Formación del Profesorado de las Ciencias y la Matemática*. Madrid: Editorial Popular.
- González, F. (1995). *El Corazón de la Matemática*. Serie Temas de Educación Matemática. Parte Tres. Maracay: Copiher.
- González, M., y Martínez, C. (1996). Resolución de Sistemas de Ecuaciones Diferenciales Lineales con Coeficientes Constantes con el Programa DERIVE. *Epsilon*, N° 36, 387 – 406.
- Guzmán, M. (1993). *Tendencias Innovadoras en Educación Matemática*. [Libro en línea]. Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura: Editorial Popular. Disponible: <http://www.oei.es/edumat.htm> [Consulta: 2002, Julio 04]
- Huertos, M. (1995). El microordenador como instrumento de la enseñanza individualizada. *Epsilon*, N° 33, 251 – 260

Iglesias, M. (2000). *Curso de Resolución de Problemas Geométricos asistido por Computadora*. Tesis de Maestría. Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Maracay.

Kutzler, B. (2003). CAS as Pedagogical Tools for Teaching and Learning Mathematics. En J. Fey, A. Cuoco, C. Kieran, L. McMullin y R. Zbiek (Eds.), *Computer Algebra Systems in secondary school mathematics education*. Reston, Virginia: National Council of Teachers of Mathematics (NCTM)

Labraña, A., Plata, A., Peña, C., Crespo, E. y Segura, R. (1995). *Álgebra Lineal. Resolución de Sistemas Lineales*. Madrid: Editorial Síntesis, S.A.

Lester, F (1994). O que Aconteceu a' Investigacao em Resolucao de Problemas de Matemática? A Situacao nos Estados Unidos. Temas de Investigacao – 2: Resolucao de problemas: Procesos Cognitivos, concepcoes de professores e desenvolvimento curricular, 13 - 31.

Llorens, J. (1993). Un curso de Matemáticas con DERIVE. *Epsilon*, N° 26, 61–80.

Ortiz, J. (2002). *Modelización y Calculadora Grafica en la enseñanza del Álgebra. Estudio Evaluativo de un programa de Formación*. (Tesis Doctoral). Granada: Universidad de Granada.

Ortiz, J. (2000). *Modelización y Calculadora Grafica en Formación Inicial de los Profesores de Matemáticas*. Granada, España: Universidad de Granada

Castro, E. y Castro E. (1997). Representaciones y modelización. En L. Rico, E. Castro, E. Castro, M. Coriat, A. Marín, L. Puig, M. Sierra y M. Socas (Eds.), *La educación matemática en la enseñanza secundaria*. Barcelona: ICE/Horsori

Schneider, E (2002). Computer Algebra Systems in Mathematics Classrooms. *Revista en Línea ZDM*, 34 (5), 187 – 188.

Schoenfeld, A. (1980). Teaching problem-solving skills. *American Mathematical Monthly*, 87, 794 – 805.

Thomas, M., Monaghan, J. y Pierce, R. (2004). Computer Algebra Systems and Algebra: Currículo, Assessment, Teaching and Learning. En K. Stacey, H. Chick y M. Kendal (Eds.), *The Future of the Teaching and Learning of Algebra*. New York, USA: Kluwer.

UPEL (1996). *Diseño Curricular*. Caracas: Autor.

Vilanova S., Rocerau M., Valdez G., Oliver M., Vecino M., Medina P., Astiz M., Alvarez E., (2001). La Educación Matemática. El Papel de la Resolución de Problemas en el Aprendizaje. Disponible: <http://www.campus-oei.org/revista/deloslectores/203Vilanova.PDF> [Consulta: 2004, Febrero 04]